

2015

Instituto Politécnico de Coimbra

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA

# **Manutenção de Linhas Aéreas de Distribuição de Energia Elétrica Caso de Estudo da Linha de Média Tensão Senhora da Graça-Zebreira**

**MESTRADO EM ENGENHARIA ELETROTÉCNICA**

**AUTORA | Ana Filipa Costa Farinha Alves**

**ORIENTADORES |**

**Professor Carlos Manuel Borralho Machado Ferreira**

**Professor José Manuel Fresco Tavares de Pina**

Coimbra, junho 2015



Departamento  
de Engenharia Eletrotécnica

---

**Manutenção de Linhas Aéreas de  
Distribuição de Energia Elétrica  
Caso de Estudo da Linha MT Senhora da Graça-Zebreira  
– Estágio na EDP Distribuição**

Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de  
Mestre em Engenharia Eletrotécnica – Área de Especialização em  
Automação e Comunicações em Sistemas de Energia

**Autora**  
**Ana Filipa Costa Farinha Alves**

**Orientadores**  
Carlos Manuel Borralho Machado Ferreira  
José Manuel Fresco Tavares de Pina  
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

**Supervisor**  
Vítor Miguel Oliveira Ribeiro  
EDP Distribuição

**Coimbra, junho, 2015**



Para a minha avó Clara e tia Isabel.



## AGRADECIMENTOS

Na realização deste trabalho precisei da ajuda e apoio de muitas pessoas. Gostaria de começar por mostrar o meu mais profundo agradecimento e estima à minha família e amigos, pela paciência, carinho e momentos de descontração que me foram proporcionando ao longo desta etapa, sem os quais não teria conseguido ultrapassar todos os obstáculos que me foram surgindo.

Também gostaria de agradecer a todo a todas as pessoas do local onde estagiei, da Direção de Manutenção da EDP Distribuição em Coimbra, com um especial agradecimento para o Engenheiro Vítor Miguel Oliveira Ribeiro e para a Engenheira Rute Fazenda que se tornou para mim, numa amiga.

Aos Engenheiros Filipa Sousa, Gonçalo Belchior, Lineu Costa e José Cardoso gostaria também de deixar clara a minha gratidão pois, sem eles, o meu trabalho teria sido bem mais complicado, por toda a sua disponibilidade, ajuda e simpatia.

A todo o departamento de Manutenção, Planeamento e Controlo, com quem inicialmente tive a oportunidade e a satisfação de trabalhar; aos Srs. Paulo Martinho e Roque, por me terem proporcionado uma excelente visita técnica à região em estudo; ao Sr. Artur Almeida por ter sempre mostrado uma grande disponibilidade para o esclarecimento de diversas dúvidas relacionadas com o estudo realizado; ao Eng. Filipe Gil, da empresa Schneider Electric, por me ter facultado prontamente a documentação técnica solicitada; ao Eng. Carlos Fonseca da EME2 por me ter fornecido explicações no decurso do estágio sem levantar quaisquer objeções, apesar de ter o tempo muito limitado; ao Eng. Albino Gonçalves Cruz pela sua disponibilidade e por me ter facultado documentação; ao Eng. Fernando Bastião e Sr. Franklim Morgado por me terem fornecido os dados respeitantes aos indicadores e padrões de qualidade de serviço da linha; ao Eng. António Calçada pelas fotografias, explicações e disponibilidade demonstradas; ao Eng. Jorge Fialho e Sr. Arnaldo Cordeiro por, também eles, me terem facultado dados necessários; à equipa de TET da firma Helenos, S.A., graças aos quais pude realizar visitas de campo e perceber um pouco melhor como são realizados trabalhos em tensão. E, por fim, aos meus orientadores, Prof. Doutor Carlos Manuel Borralho Machado Ferreira e Prof. José Manuel Fresco Tavares de Pina pela disponibilidade manifestada para orientar este trabalho, bem como pelos incentivos, os esclarecimentos e os conselhos que me foram transmitindo ao longo do trabalho e por me terem proporcionado esta experiência.

A todos, os meus mais sinceros agradecimentos



## RESUMO

A qualidade de serviço das redes de distribuição de energia elétrica sempre constituiu uma preocupação para as empresas distribuidoras que operam no setor. Até 2013, a Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos definia, pelo Regulamento de Qualidade de Serviço, os indicadores e padrões de continuidade de serviço visando as interrupções de longa duração. Contudo, a evolução da performance das redes de distribuição, como resultado do investimento e da otimização da manutenção, fundamentou a entrada em vigor de um indicador de qualidade de serviço que foca as interrupções de curta duração.

Esta nova imposição regulatória solicita um esforço adicional ao operador de rede no acompanhamento do desempenho da mesma através de processo de análise, pesquisa e identificação de causas de interrupção de fornecimento e definição de procedimentos preventivos e corretivos.

O trabalho realizado teve como objetivo o desenvolvimento de um método de estudo, tendo sido selecionada a linha de média tensão da zona centro de Portugal com maior número de interrupções de curta duração. Analisaram-se as características elétricas da linha, bem como da área geográfica que a mesma atravessa e estudou-se a avifauna predominante na zona, complementando os anteriores com dados recolhidos em visitas ao terreno.

Efetuiu-se um levantamento das interrupções de curta e longa duração na linha, examinou-se a evolução temporal dos defeitos e avaliou-se as suas implicações nos indicadores de continuidade de serviço. Procuraram-se os locais da causa raiz das interrupções por meio da análise dos relatórios de oscilografia e resultados da instalação de indicadores de passagem de defeito. Posteriormente, este trabalho atestou a redução do número de interrupções utilizando da instalação de dispositivos dissuasores de nidificação e da implementação de um novo desenho de armações.

**Palavras-chave:** Avifauna; *Flite*; indicadores de passagem de defeito; interrupção de curta duração; linhas de distribuição de média tensão.





## ABSTRACT

Interruptions of electricity supply has always been a major concern of energy distribution utilities. Until 2013, the energetic services regulator entity defined continuity service indicators and standards for long duration interruptions, issued legislation. However, the evolution of performance of these energy grid as a result of investment and maintenance optimization, endorses a quality service indicator focused on short supply interruptions.

This new regulatory sanction creates an additional effort to the electric energy operator towards the follow up of the performance of grids by using new analysis methods, search and identification for the causes of energy supply interruptions and definition of original preventive and corrective methods.

The purpose of this report is to develop a new study method, based on the analysis of the medium voltage line in the center of Portugal with the highest number of short supply interruptions. The electric characteristics of the line were analyzed, as well as the geographical area and the avifauna of the region, all complemented with field trips.

A thorough survey on the line's of long and short duration interruptions and fault time evolution was made, along with the implications in the service continuity indicators. The faults' location were identified through the examination of the oscillography reports and the installation of fault passage indicators. Finally this report documents the decreasing of energy supply interruptions through the installation of anti-perching devices and the new design of power poles.



## ABREVIATURAS E SIGLAS

AT – Alta tensão

BT – Baixa tensão

CD – Curta duração

CERVAS – Centro de Ecologia, Recuperação e Vigilância de Animais Selvagens

EDP – Energias de Portugal

END – Energia não distribuída

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

EVDAL – Esteira vertical dupla para poste de alinhamento

EVDAN – Esteira vertical dupla para poste de ângulo

GAL – Galhardete para alinhamento

GAL1 – Galhardete para alinhamento tipo 1

GAN – Galhardete para ângulo/em amarração

GAN1 – Galhardete para ângulo/em amarração tipo 1

HRF – Esteira horizontal para reforço

HRFSC – Esteira horizontal

HSC – Esteira horizontal para seccionamento

HTP4 – Armação em esteira horizontal para posto de transformação

ICNB – Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade

ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

LPN – Liga para a Proteção da Natureza

MAIFI – *Momentary Average Interruption Frequency Index*

MAT – Muito alta tensão

MPQS – Manual de Procedimentos da Qualidade de Serviço do Setor Eléctrico

MT – Média tensão

NP – Norma Portuguesa

OCR – Órgão de corte da rede

PAL – Pórtico para alinhamento

PAN – Pórtico para ângulo/amarração

PdE – Ponto de Entrega

PPDA – Plano de Promoção do Desempenho Ambiental

PRF – Pórtico para reforço

PT – Posto de transformação

PTC – Posto de Transformação de Cliente

PTD – Posto de Transformação e Distribuição

RMS – *Root mean square*

RQS – Regulamento de Qualidade de serviço

RT – Regulamento tarifário

SAC – Seccionador aéreo telecomandado

SAIDI – *System Average Interruption Duration Index*

SAIFI – *System Average Interruption Frequency Index*

SE – Subestação

SEN – Sistema Elétrico Nacional

SGZ – Senhora da Graça-Zebreira

SPEA – Sociedade Portuguesa para o Estudo de Aves

TAL – Triângulo para alinhamento

TAN – Triângulo para ângulo

TIEPI – Tempo de Interrupção Equivalente da Potência Instalada

TRF – Triângulo para reforço

VAL – Vertical para alinhamento

VAN – Vertical para ângulo/amarração

VFL – Esteira vertical para fim de linha

VRF – Esteira vertical para reforço

## ÍNDICE

<b>Agradecimentos.....</b>	<b>i</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>iii</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>v</b>
<b>Abreviaturas e Siglas .....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de Figuras.....</b>	<b>xii</b>
<b>Índice de Tabelas.....</b>	<b>xv</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Caracterização.....</b>	<b>5</b>
2.1. Caracterização elétrica .....	5
2.1.1. Considerações sobre apoios e armações.....	5
2.1.2. Tipos de apoios.....	5
2.1.3. Tipos de armações .....	6
2.1.4. Armações da linha Média Tensão de Senhora da Graça-Zebreira .....	7
2.1.5. Caracterização elétrica geral da linha e órgãos de proteção.....	9
2.2. Caracterização da região .....	10
2.3. Conclusão.....	11
<b>3. Avifauna .....</b>	<b>13</b>
3.1. Colisão e eletrocussão.....	15
3.1.1. Colisão.....	16
3.1.2. Eletrocussão .....	18
3.2. Dispositivos de proteção de avifauna .....	19
3.3. Espécies da zona .....	31
3.3.1. Estorninho .....	31
3.3.2. Pombo.....	32
3.3.3. Cegonha branca .....	33

3.4.	Proteção de avifauna na linha de Senhora da Graça-Zebreira .....	34
3.5.	Conclusão.....	36
<b>4.</b>	<b>Indicadores e Padrões de Continuidade de Serviço da Linha.....</b>	<b>37</b>
4.1.	Indicadores e padrões gerais .....	38
4.2.	Indicadores e padrões individuais .....	39
4.3.	Interrupções de curta duração .....	40
4.3.1.	Indicador de qualidade de serviço para interrupções de curta duração .....	42
4.4.	Interrupções de longa duração .....	44
4.5.	Conclusão.....	47
<b>5.</b>	<b>Análise das Interrupções .....</b>	<b>49</b>
5.1.	Manutenção.....	49
5.2.	Interrupções de curta duração .....	51
5.2.1.	Ronda do local.....	51
5.2.2.	Realização das oscilografias.....	52
5.2.3.	Flites .....	56
5.2.4.	Flites instalados na linha de Senhora da Graça-Zebreira .....	60
5.3.	Interrupções de longa duração .....	67
5.4.	Conclusão.....	70
<b>6.</b>	<b>Visitas de Campo.....</b>	<b>73</b>
6.1.	Subestação Alegria 60/15 kV.....	73
6.2.	Subestação Alfarelos 60/15 kV.....	74
6.3.	Avifauna e dispositivos de proteção .....	75
6.4.	Linha de média tensão de Senhora da Graça-Zebreira .....	77
6.5.	Conclusão.....	80
<b>7.</b>	<b>Conclusão.....</b>	<b>81</b>
	<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>85</b>

<b>ANEXOS.....</b>	<b>89</b>
<b>Anexo A.....</b>	<b>90</b>
Esquema unifilar da linha .....	90
<b>Anexo B.....</b>	<b>91</b>
Tipos de apoios .....	91
<b>Anexo C.....</b>	<b>92</b>
Armações tradicionais utilizadas pela EDP Distribuição .....	92
<b>Anexo D.....</b>	<b>96</b>
Algumas aves de grande envergadura da região .....	96
1. Grifo.....	96
2. Águia-imperial .....	97
3. Abutre-preto .....	97
<b>Anexo E.....</b>	<b>98</b>
Configuração de Flites na linha MT Senhora da Graça-Zebreira .....	98
<b>Anexo F .....</b>	<b>101</b>
Dispositivos de proteção de avifauna .....	101



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Troço principal da linha.....	9
Figura 2.2 – Linha de média tensão SGZ com indicação de freguesias. ....	10
Figura 3.1 – Número de ninhos intervencionados nos anos de 2009 a 2011, por nível de (EDP Distribuição, 2009a).....	14
Figura 3.2 – Potencial risco de colisão: A. elevado risco; B. risco reduzido (Avian Power Line Interaction Committee, 2012).....	17
Figura 3.3 – Anéis de proteção. ....	19
Figura 3.4 – Chapa metálica do tipo quinada (MRJS).....	20
Figura 3.5 – Cabo coberto ou cobertura rígida de proteção de condutor (Neves, 2010)...20	
Figura 3.6 – Dispositivo dissuasor de nidificação – guarda-chuva. ....	21
Figura 3.7 – Dispositivo dissuasor de nidificação, modelo 1 ou 3 hastes tipo seta. ....	21
Figura 3.8 – Dispositivo dissuasor de nidificação, modelo 2 ou seta simétrica (MRJS)...22	
Figura 3.9 – Dispositivo dissuasor de nidificação, modelo 3 ou seta assimétrica (MRJS). ....	22
Figura 3.10 – Dispositivos de sinalização Firefly, tipo rotativo e tipo fita (Bernardo, 2011), (Ferrer, 2012),.....	23
Figura 3.11 – Espiral dupla (Neves, 2010). ....	23
Figura 3.12 – Espirais de sinalização simples. ....	24
Figura 3.13 – Filaça para cabo MT coberto (Ensto). ....	24
Figura 3.14 – Protetor de condutor (modelo 1) (Megawatt Engineering Ltd., 2012).....	25
Figura 3.15 – Protetor de pinça de amarração (Neves, 2010).....	25
Figura 3.16 – Protetor para isolador de travessia (Neves, 2010). ....	26
Figura 3.17 – Protetor de isolador rígido (Neves, 2010). ....	26
Figura 3.18 – Turbinas.....	27
Figura 3.19 – Dispositivos instalados pela EDP Distribuição no âmbito de programas e protocolos em que participou entre 2003 e 2011 (Bernardo, 2011). ....	27
Figura 3.20 – Substituição de isolador em pinha por isolador suspenso e colocação de barras de metal numa linha aérea (Ferrer, 2012). ....	30
Figura 3.21 – Espaçadores de fase.....	30

Figura 3.22 – Distribuição de cegonha-branca registados pelo CERVAS (2009a).....	33
Figura 3.23 – Local intervencionado em 2013 para proteção de avifauna. ....	34
Figura 3.24 – a) Cabo coberto/protetor de isolador rígido; b) Pinças de amarração; c) Fireflies, tipo rotativo.....	35
Figura 3.25 – Região onde foram alteradas armações em 2014. ....	35
Figura 4.1 – Esquema de regulação pela ERSE abordada neste trabalho.....	37
Figura 5.1– Tipos de manutenção segundo NP EN 13306. ....	49
Figura 5.2 – Esquema unifilar da linha SGZ com as zonas originárias de defeito indicadas pelas oscilografias realizadas. ....	53
Figura 5.3 – Armação em galhardete. ....	54
Figura 5.4 – Padrão de deteção de defeito (Schneider Electric). ....	56
Figura 5.5 – Colocação de Flites numa linha MT aérea utilizando uma vara isolada. ....	57
Figura 5.6 – Flite 116-SA (Schneider Electric). ....	58
Figura 5.7 – Dispositivo G200, modelo G2GF (Schneider Electric).....	58
Figura 5.8 – Localização de Flites e respetivas datas de colocação e remoção na linha SGZ. ....	61
Figura 5.9 – Localização provável da origem dos defeitos detetados em novembro de 2013 e zona B da oscilografia no esquema unifilar da linha SGZ. ....	63
Figura 5.10 – Localização provável da origem dos defeitos em 2014 e zona D da oscilografia.....	65
Figura 5.11 – Cegonha Branca num apoio tipo GAN, em risco de eletrocussão a) entre fases; b) entre fase e neutro no apoio (SPEA e QUERCUS A.N.C.N., 2005).....	67
Figura 5.12 – Zona de maior incidência de cegonhas no canto superior esquerdo e zona proposta para colocação de dispositivos de proteção no canto inferior esquerdo. ....	69
Figura 5.13 – Flites do grupo 3 e 4 instalados ao longo do mês de julho de 2014. ....	71
Figura 6.1 – Disjuntor SIEMENS e comando mecânico. ....	74
Figura 6.2 – Transformador SIEMENS. ....	74
Figura 6.3 – Anéis de proteção. ....	75
Figura 6.4 – Espirais simples. ....	75
Figura 6.5 – Sistema emissor de som instalado no âmbito do Projeto STORK. ....	76
Figura 6.6 – Dispositivo em guarda-chuva. ....	76
Figura 6.7 – Vestígios da presença de estorninhos. ....	76

Figura 6.8 – Ninhos de cegonha em plataformas colocadas pela EDP junto à linha de SGZ e dispositivo de dissuasor de nidificação colocado em apoio. ....	77
Figura 6.9 – Região com maior número de cegonhas assinalada no esquema unifilar da linha.....	78
Figura 6.10 – Ramos transportados pelo vento ou deixados cair por cegonhas em postes da linha SGZ, suscetíveis de causarem defeitos por contornamento. ....	78
Figura 6.11 – Flites colocados na linha SGZ. G200 colocado no apoio e com a ficha de ligação ao computador, para permitir a leitura dos dados recolhidos pelos Flites. ....	79
Figura 6.12 – OCR tipo 1 (vista inferior) e comando mecânico.....	79

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 – Linhas com maior número de interrupções de curta duração. ....	3
Tabela 2.1 – Armações tradicionais utilizadas pela EDP (Direcção Geral de Energia, 1986). ....	6
Tabela 2.2 – Tipos de apoios e armações identificados na linha SGZ. ....	8
Tabela 3.1 – Eficácia dos equipamentos instalados entre os anos de 2003 e 2011 (Bernardo, 2011). ....	28
Tabela 4.1 – Padrões gerais aplicáveis às interrupções acidentais longas na rede de distribuição MT, por ano (Diretiva n.º 20/2013). ....	39
Tabela 4.2 – Padrão individual aplicável às interrupções acidentais longas nas redes de distribuição MT, por ano e por cliente (Diretiva n.º 20/2013). ....	39
Tabela 4.3 – Resumo mensal de interrupções CD registadas no ano de 2014 até final do mês de julho. ....	40
Tabela 4.4 – Calendário de interrupções CD até final do mês de julho de 2014 com indicação das horas em que ocorreram. ....	41
Tabela 4.5 – Interrupções CD na linha SGZ registadas entre 2011 e 2014. ....	42
Tabela 4.6 – Indicador de qualidade de serviço para interrupções CD, MAIFI MT, na linha de SGZ. ....	43
Tabela 4.7 – Indicadores de qualidade de serviço para interrupções de longa duração na linha de SGZ e respetivos padrões. ....	46
Tabela 5.1 – Particularidades dos dois tipos de manutenção (Assis, 2004). ....	50
Tabela 5.2 – Interrupções de curta duração, avifauna e época de permanência (BBC, 2014), (CERVAS, 2012), (Elias, 2013). ....	52
Tabela 5.3 – Regiões identificadas nas oscilografias e horas em que ocorreram defeitos. ....	53
Tabela 5.4 – Comprimento dos troços de linha e tipo de armações de acordo com as zonas assinaladas nas oscilografia. ....	55
Tabela 5.5 – Comparação do número de interrupções CD para os períodos inverniais de 2012/2013 e 2013/2014. ....	55
Tabela 5.6 – Objetivo de colocação de Flites com respetivas datas de instalação e remoção em 2013. ....	60
Tabela 5.7 – Interrupções detetadas pelos sistemas instalados na EDP Distribuição e pelos Flites em 2013. ....	62

Tabela 5.8 – Armações presentes na região assinalada nas oscilografias com a letra B. ..	64
Tabela 5.9 – Interrupções CD detetadas pelos Flites instalados na linha SGZ em 2014...	65
Tabela 5.10 – Armações presentes na região assinalada nas oscilografias com a letra D.	66
Tabela 5.11 – Resumo de causas das interrupções de longa duração detetadas na linha de SGZ desde o ano 2011 até julho de 2014. ....	67
Tabela 5.12 – Interrupções de longa duração, avifauna e época de permanência .....	68

*“Around here, however, we don't look backwards for very long. We keep moving forward, opening up new doors and doing new things, because we're curious... and curiosity keeps leading us down new paths.”*

Walt Disney



## 1. INTRODUÇÃO

Manter a continuidade do fornecimento de energia elétrica é uma das principais prioridades dos operadores de rede. No entanto, devido a diversos fatores alheios à vontade dessas empresas e a circunstâncias próprias das redes elétricas, as interrupções de energia são fenómenos que sucedem com alguma frequência. Todas as redes estão sujeitas à força da natureza e, por mais desenvolvida que sejam em termos de proteção, surgirão curtas ou longas interrupções no fornecimento de energia, de maneira que os clientes a ela associados irão ficar sem energia até que se verifique uma nova ligação da linha.

O trabalho explanado neste documento resulta duma proposta feita na empresa Energias de Portugal (EDP) Distribuição Energia SA.. A EDP Distribuição é a empresa do Grupo EDP que exerce a atividade de operador de rede de distribuição de energia elétrica em alta e média tensão e das concessões municipais em baixa tensão. A sua missão baseia-se na garantia da expansão e da fiabilidade da rede, no abastecimento de eletricidade e no fornecimento de serviços aos comercializadores de rede e clientes. Alguns dos serviços prestados pela EDP Distribuição são as ligações à rede elétrica e assistência técnica à rede e clientes.

O estágio decorreu na Direção de Manutenção – Departamento de Coimbra da Manutenção Redes, encarregue da gestão de ativos da rede de distribuição de alta e média tensões da região centro do país, através das seguintes atuações:

- Pesquisa e resolução de avarias na rede alta e média tensões e de fibra óptica;
- Intervenções em caso de avarias; percorrido às linhas para deteção de equipamentos em avaria; realização de trabalhos e gestão dos mesmos para reposição de serviço;
- Substituição de seccionadores;
- Substituição de órgãos de corte de rede;
- Realização de trabalhos em tensão;
- Responsabilização pelos trabalhos de faixas de gestão de combustível e da rede secundária das faixas de gestão de combustível;
- Responsabilização pela realização de trabalhos de manutenção preventiva, através de execução de planos de manutenção sistemática aos ativos da rede de distribuição;
- Ações de promoção ambiental, tais como, instalação de dispositivos dissuasores de nidificação



A constante preocupação da Direção de Manutenção em melhorar o seu desempenho e ajustar-se às novas exigências externas – consumidores, Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos e opinião pública – tem movido o Departamento de Manutenção de Redes na procura de novas soluções operacionais.

A ocorrência de interrupções com duração inferior a três minutos, interrupções de curta duração, nas redes aéreas provocadas por alongamento e oscilação de condutores devido ao poiso e levantar de grande quantidade de aves, constitui um fator negativo na qualidade de serviço das redes de distribuição. Deste modo, a atividade do Departamento de Coimbra da Manutenção Redes é influenciada. Além do mais, até o ano passado, apenas eram consideradas interrupções de duração superior a 3 minutos. Contudo, passou a ser utilizado no final de 2013 um novo indicador de continuidade de serviço da linha, MAIFI, diretamente relacionado com as interrupções deste tipo, constituindo mais uma motivação para se ter atenção a estas. Esta nova entrada nos regulamentos é justificada pela existência de clientes sensíveis, em que o impacto da ocorrência de uma interrupção no fornecimento de energia, mesmo curta, pode influenciar todo o processo produtivo. No estágio tomou-se contacto com esta realidade, bem como com o contexto envolvente.

O trabalho realizado teve como principal objetivo a identificação de um caso de estudo numa linha de média tensão na região centro do país onde fossem registadas mais de 10 interrupções no fornecimento de energia de duração inferior a 3 minutos, por mês, em 2014. A linha escolhida seria alvo de posterior estudo das suas causas, formas de as evitar e impacto na rede em geral, através de indicadores e padrões de continuidade de serviço. Esta estaria localizada aproximadamente, nos distritos de Coimbra, Leiria, Viseu, Guarda ou de Castelo Branco. Surgiram várias que corresponderam a estes critérios, sendo necessário seleccionar as que apresentavam interrupções esporádicas.

A Tabela 1.1 apresenta a base inicial do trabalho de maneira a possibilitar a identificação desta situação. Resultou de um levantamento realizado ao longo de meses, até meados de maio de 2014, recolhendo a informação necessária a partir dos relatórios diários da Condução e de bases de dados da EDP Distribuição. Estão apresentadas as linhas de média tensão que registaram maior número de interrupções, sem que se tenha tido em conta o intervalo de tempo entre elas.

Tabela 1.1 – Linhas com maior número de interrupções de curta duração.

Instalação	Painel	Interrupções					
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Jan+Fev+Mar+Abr+Maio
SE SENHORA DA GRACA	Zebreira	12	9	4	3	3	31
SE SENHORA DA GRACA	Ladoeiro	10	11	6	3	0	30
SE FUNDÃO	Souto da Casa	14	0	0	1	0	15
SE SENHORA DA GRACA	Rosmaninhal	4	2	3	3	3	15
SE SENHORA DA GRACA	Penha Garcia	6	5	2	2	0	15
SE CANDOSA	Ervedal da Beira	3	0	0	11	0	14
SE ALCAINS	Lousa	2	2	4	5	0	13
SE SERTA	Pedrogão Grande	8	4	1	0	0	13
SE VILA DA RUA	V. N. Paiva II	3	2	6	1	1	13
SE VAROSA	Armamar	1	0	10	1	0	12
SE ALCAINS	L 8903 Salgueiro Campo	9	0	1	1	0	11
SE TORTOSENDO	Ferro Peraboa	3	1	5	2	0	11
SE VALE SERRAO	Figueira	7	1	3	0	0	11
SE LAMEGO	Bigorne	9	0	1	1	0	11
SE SENHORA DA GRACA	Proença-a-Velha	2	0	4	3	1	10
SE CELORICO	Celorico Gare	5	3	2	0	0	10
SE TRANCOSO	Terranho	3	0	0	0	7	10
SE VILA DA RUA	Sernancelhe	5	1	4	0	0	10
SE TONDELA	Cerâmica I	4	0	5	1	0	10
SE VOUZELA	Varizelas	4	2	3	1	0	10

A partir do levantamento da Tabela 1.1 foram selecionadas as linhas que registavam maior número de interrupções nos meses de janeiro e fevereiro de forma esparsa, restringindo-se o estudo a duas: Senhora da Graça-Zebreira e Senhora da Graça-Ladoeiro. Optou-se pelo estudo da primeira por assinalar mais.

Após a identificação do caso de estudo, procedeu-se ao despiste de causas das interrupções, com recurso a dados reais in loco e just in time, de contacto direto com colaboradores da empresa, com fornecedores e entidades externas parceiras da EDP Distribuição, pesquisa de dados através de bases de dados na empresa, visitas de campo e outros tipos de investigação.

Neste relatório apresenta-se uma investigação exaustiva das interrupções de curta duração ocorridas entre novembro de 2013 e junho de 2014 na linha de média tensão de Senhora da Graça-Zebreira, bem como as ações tidas em conta na pesquisa e identificação das causas raiz. Identificam-se os métodos utilizados na linha na localização de defeitos e as causas mais prováveis para as interrupções de curta e longa duração nela registadas ao longo de quatro anos. O trabalho engloba o estudo das suas características elétricas e da área geográfica abrangida, com especial enfoque para a avifauna predominante, demonstrando a sua relação com a ocorrência de ambos os tipos de interrupção. O estudo é complementado pelos indicadores de qualidade de serviço associados, sendo identificadas medidas tomadas e previstas para minorar o indicador *Momentary Average Interruption Frequency Index* (MAIFI) e de proteção da avifauna local.

Para facilitar a leitura deste documento, dividiu-se em vários capítulos. Neste primeiro, expõem-se considerações gerais, como enquadramento da temática abordada, metodologia utilizada, os seus objetivos e a estrutura do relatório.

No segundo capítulo – Caracterização –, explora-se a região alimentada pela linha bem como seus aspetos técnicos. No âmbito deste último campo, especificam-se tipos de apoios e armações presentes na linha em estudo e outros possíveis de serem utilizados em linhas aéreas de distribuição de energia.

No terceiro capítulo, aborda-se a temática da avifauna e a sua interação com as linhas elétricas aéreas, nomeadamente, colisão e eletrocussão, referindo-se as espécies mais suscetíveis de causarem interrupções no fornecimento de energia elétrica nesta região e as suas principais características. Identificam-se dispositivos para a sua proteção, medidas aplicadas nesta linha e vários programas para proteção de aves em que a empresa foi participando no decorrer do tempo.

No capítulo quatro – Indicadores de Continuidade de Serviço da Linha –, analisa-se a possível existência de um padrão nas interrupções e referem-se os indicadores e padrões de continuidade da linha, tanto para interrupções de longa como de curta duração.

No capítulo Análise das Interrupções, examinam-se as interrupções de curta e longa duração ocorridas, abordando-se inspeções de local, oscilografias e indicadores de passagem de defeito, cruzando-se informação sobre avifauna, oscilografias e inspeções no terreno referentes à linha em estudo.

Explicam-se, de forma resumida, no capítulo sexto, os trabalhos desenvolvidos nalgumas visitas ao terreno realizadas em tempo de estágio.

No último capítulo, apresentam-se as conclusões finais assim como algumas sugestões para trabalhos futuros.

## **2. CARACTERIZAÇÃO**

Neste capítulo são caracterizados vários ativos de linhas aéreas de distribuição de energia nomeadamente, apoios e armações, e apresentam-se levantamentos dos presentes na linha alvo de caso de estudo (Anexo A) e dos seus órgãos de proteção, assim como as características geográficas das regiões alimentadas pela linha de Senhora da Graça-Zebreira (SGZ).

### **2.1. Caracterização elétrica**

Quando existe uma linha aérea onde são registadas acima de 10 interrupções de duração inferior a três minutos, valor tabulado pela EDP Distribuição, torna-se importante proceder a uma pesquisa dos diferentes tipos de ativos que a constituem, pois poderão estar relacionados com a causa dos defeitos.

#### **2.1.1. Considerações sobre apoios e armações**

A segurança das instalações elétricas depende principalmente de dois fatores: o modo como os isoladores estão acoplados aos apoios e a distância entre os cabos condutores e outras partes eletrificadas e ligadas à terra (Haas, 2005). Devido à importância deste tema no presente trabalho, aprofunda-se esta temática.

#### **2.1.2. Tipos de apoios**

Segundo a Diretiva n.º 1/1992, o apoio é “elemento de uma linha aérea destinado a suportar os condutores, os cabos de guarda, os isoladores e os acessórios”. Este mesmo decreto refere que existem vários tipos de apoios, nomeadamente (Anexo B, Diretiva n.º 1/1992):

- Apoio de alinhamento – apoio situado num troço retilíneo da linha;
- Apoio de ângulo – situado num ângulo da linha;
- Apoio de derivação – apoio onde se estabelecem uma ou mais derivações;
- Apoio de fim de linha – é capaz de suportar a totalidade dos esforços que os condutores e os cabos de guarda lhe transmitem de um só lado da linha;
- Apoio de reforço – destinado a suportar esforços longitudinais para reduzir as consequências resultantes da rotura de condutores ou de cabos de guarda.

### 2.1.3. Tipos de armações

A armação é o elemento metálico que se coloca no topo de um apoio e que permite a fixação dos condutores a este (Galvão, 2010). Normalmente, é constituída por ligas de ferro sendo possível fazer com que uma armação suporte uma maior ou menor amplitude das solicitações que lhe são aplicadas aumentando ou reduzindo a espessura dos perfis de ferro (Galvão, 2010). Há vários tipos disponíveis e a sua escolha depende principalmente, da função do seu apoio e dos esforços que conseguem suportar.

As armações utilizadas habitualmente constam na Tabela 2.1, estando as respetivas fotos e esquemas no Anexo C (Direcção Geral de Energia, 1986). Podem contemplar disposições distintas, nomeadamente (Direcção Geral de Energia, 1986):

- Esteira horizontal;
- Esteira vertical;
- Galhardete;
- Triângulo;
- Pórtico.

Tabela 2.1 – Armações tradicionais utilizadas pela EDP (Direcção Geral de Energia, 1986).

Designação	Sigla	Características
Esteira vertical dupla para poste de alinhamento	EVDAL	Armação para alinhamento, com isoladores em cadeias de suspensão e disposição em esteira vertical dupla.
Esteira vertical dupla para poste de ângulo	EVDAN	Armação para ângulo, com isoladores em cadeias de amarração e disposição em esteira vertical dupla.
Galhardete para alinhamento	GAL	Armação para alinhamento, com isoladores em cadeia de suspensão e disposição em galhardete.
Galhardete para ângulo/em amarração	GAN	Armação para ângulo com isoladores em cadeia de amarração e disposição em galhardete.
Esteira horizontal	HRFSC	Armação para reforço, fim de linha, alinhamento e ângulo (poste com seccionador), reforço (poste com seccionador) e derivação, com isoladores em cadeias de amarração e disposição em esteira horizontal.
Armação em esteira horizontal para PT's	HTP4	Armação para posto de transformação aéreo, com cadeias de amarração numa disposição em esteira horizontal.
Pórtico para alinhamento	PAL	Armação para alinhamento, com isoladores de cadeias de suspensão e disposição em pórtico.
Pórtico para ângulo/amarração	PAN	Armação para ângulo, reforço ou fim de linha, com isoladores em cadeias de amarração e disposição em pórtico.
Triângulo para alinhamento	TAL	Armação para alinhamento e pequenos ângulos ( $\leq 20$ graus), com isoladores rígidos (eixo vertical) e uma disposição em triângulo.
Triângulo para ângulo	TAN	Armação para ângulo, reforço e fim de linha com isoladores em cadeias de amarração e uma disposição em triângulo.
Vertical para alinhamento	VAL	Armação para alinhamento, com isoladores rígidos (eixo horizontal) e com disposição em esteira vertical.
Vertical para ângulo/amarração	VAN	Armação para ângulo, reforço ou fim de linha, com isoladores em cadeias de amarração e disposição em esteira vertical.

#### 2.1.4. Armações da linha Média Tensão de Senhora da Graça-Zebreira

Atualmente, está a ser estudada a utilização de novos tipos de armações que permitam minimizar os problemas causados por grandes bandos de aves em locais de proteção de avifauna, onde se preveja que venham a circular grandes bandos ou em regiões com ventos fortes. Tanto os ventos fortes como os bandos podem provocar sobre-alongamento dos condutores e a sua oscilação ao poisarem nas fases da linha. Na linha em estudo existem uma série de armações tradicionais e, mais recentemente, foram instalados estes novos exemplares de armações.

Os novos tipos de armações utilizados na linha SGZ são (EDP Distribuição):

- Galhardete para alinhamento tipo 1 (GAL1);
- Galhardete para ângulo/em amarração tipo 1 (GAN1).

Correspondem a uma solução alternativa na resolução de incidentes resultantes da elevada incidência de aves de pequeno porte, onde existam armações do tipo GAL ou GAN (EDP Distribuição). A armação em galhardete para alinhamento (GAL1) e em galhardete para ângulo (GAN1) foram obtidas a partir das GAL e GAN onde se prolongou o braço inferior e/ou se fixou esse mesmo braço abaixo da sua posição normal. Deste modo, consegue-se atenuar a aproximação entre as fases da linha a meio do vão sem que seja necessário alterar o poste e, em situações em que não é possível baixar o condutor inferior, manter o condutor inferior à mesma altura mas com algum desfasamento do superior (distância que se verifica no plano vertical) (EDP Distribuição).

Foi efetuado um levantamento de armações presentes em troços da linha, cujo resumo consta na Tabela 2.2. Através da sua análise, é possível concluir que cerca de 41% das armações são em galhardete para alinhamento (GAL), 16% em galhardete em amarração (GAN), 4 % em GAL1 e 1% em galhardete de reforço (GRF). No total, cerca de 62% das armações dessas regiões são em galhardete.

Algumas destas armações foram entretanto normalizadas pela EDP Distribuição:

- HRF – esteira horizontal para reforço. Integrada no tipo HRFSC/EDP;
- HSC – esteira horizontal para seccionamento. Integrada no tipo HRFSC/EDP;
- TRF – triângulo para reforço. Integrada no tipo TAN;
- VFL – esteira vertical para fim de linha. Integrada no tipo VAN;
- VRF – esteira vertical para reforço. Integrada no tipo VAN;
- PRF – pórtico para reforço. Integrada no tipo PAN.

Tabela 2.2 – Tipos de apoios e armações identificados na linha SGZ.

Tipo de armação	Quantidade	(%)	Sub-Tipo	Número de armações	(%)
<b>Galhardete</b>	235	62%	<b>GAL</b>	156	41%
			<b>GAL1</b>	15	4%
			<b>GAN</b>	62	16%
			<b>GRF</b>	2	1%
<b>Esteira horizontal</b>	44	12%	<b>HPT</b>	21	6%
			<b>HRF</b>	9	2%
			<b>HRFSC</b>	8	2%
			<b>HSC</b>	6	2%
<b>Triângulo</b>	80	21%	<b>TAL</b>	57	15%
			<b>TAN</b>	22	6%
			<b>TRF</b>	1	0%
<b>Esteira vertical</b>	16	4%	<b>VAN</b>	3	1%
			<b>VAL</b>	2	1%
			<b>VFL</b>	2	1%
			<b>VRF</b>	9	2%
<b>Pórtico</b>	5	1%	<b>PRF</b>	5	1%
<b>Total</b>				380	100%

### 2.1.5. Caracterização elétrica geral da linha e órgãos de proteção

A linha SGZ é uma linha aérea de média tensão de 30 kV, derivando da subestação de Senhora da Graça com 20 MVA instalados e tensão de entrada alta tensão (AT) de 60 kV e saída média tensão (MT) de 30 kV.

Mede 121 km no seu total (Anexo A) e o troço principal mede aproximadamente 45 km. É praticamente toda constituída em alumínio-aço 50 mm<sup>2</sup>, havendo também ramais em alumínio-aço 30 mm<sup>2</sup>, cobre 16 mm<sup>2</sup> e em ASTER.

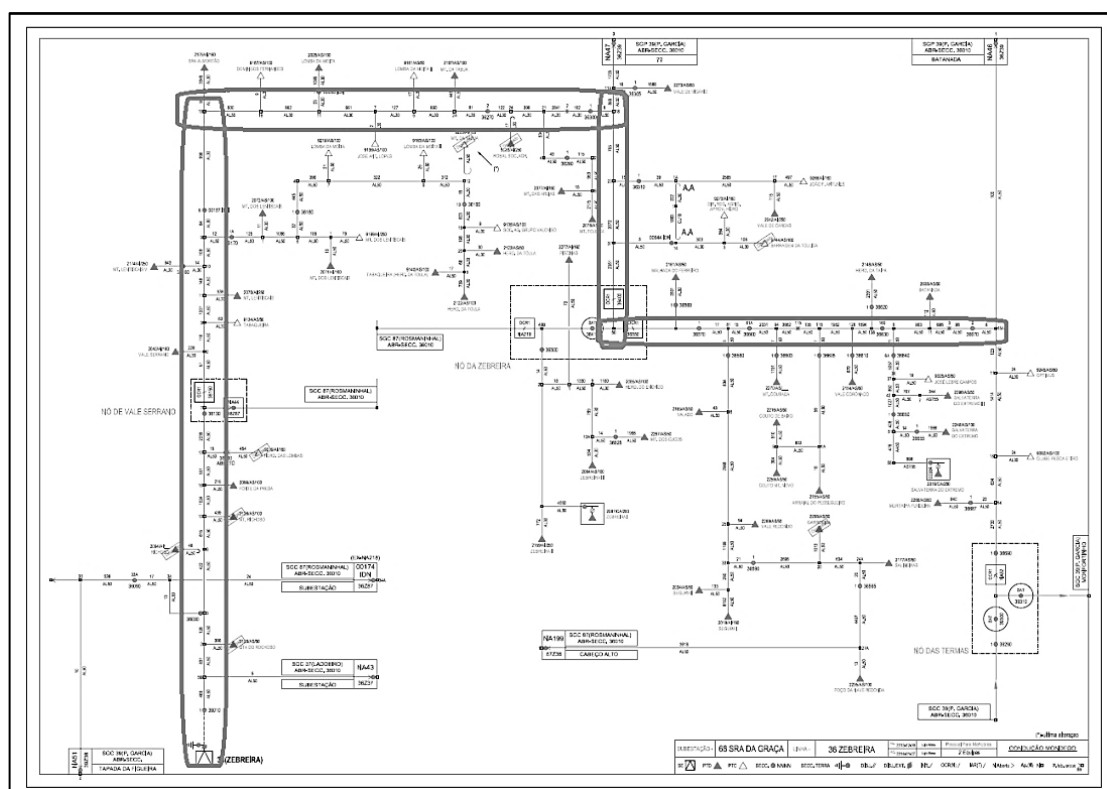


Figura 2.1 – Troço principal da linha.

Abastece cerca de 1604 clientes dos quais 14 são postos de transformação de cliente (PTC) e 39 são Posto de Transformação e Distribuição (PTD), tendo 59701 kVA instalados. Tem 40 seccionadores instalados e, para além destes 40, existem 7 seccionadores normalmente abertos com ligação a outras linhas, 3 seccionadores aéreos telecomandados (SAC), 1 seccionador-terra e cinco órgãos de corte da rede (OCR) do tipo 1.



## 2.2. Caracterização da região

O tipo de vegetação e presença de cursos de água poderão conduzir ao aparecimento e procriação de determinadas espécies vegetais e animais suscetíveis de causarem interrupções no fornecimento de energia.

A nível geográfico, a região alimentada pela linha aérea de SGZ enquadra-se numa paisagem de mosaico, numa zona rica em produção agrícola e de gado e, tem também, vários cursos de água presentes na região (Almeida, 2012).

Abastece várias freguesias, nomeadamente, a União de Freguesias de Zebreira e Segura, de Idanha-a-Nova e Alcafozes, freguesia de Monfortinho (região mais a norte) e Salvaterra do Extremo (Figura 2.2).

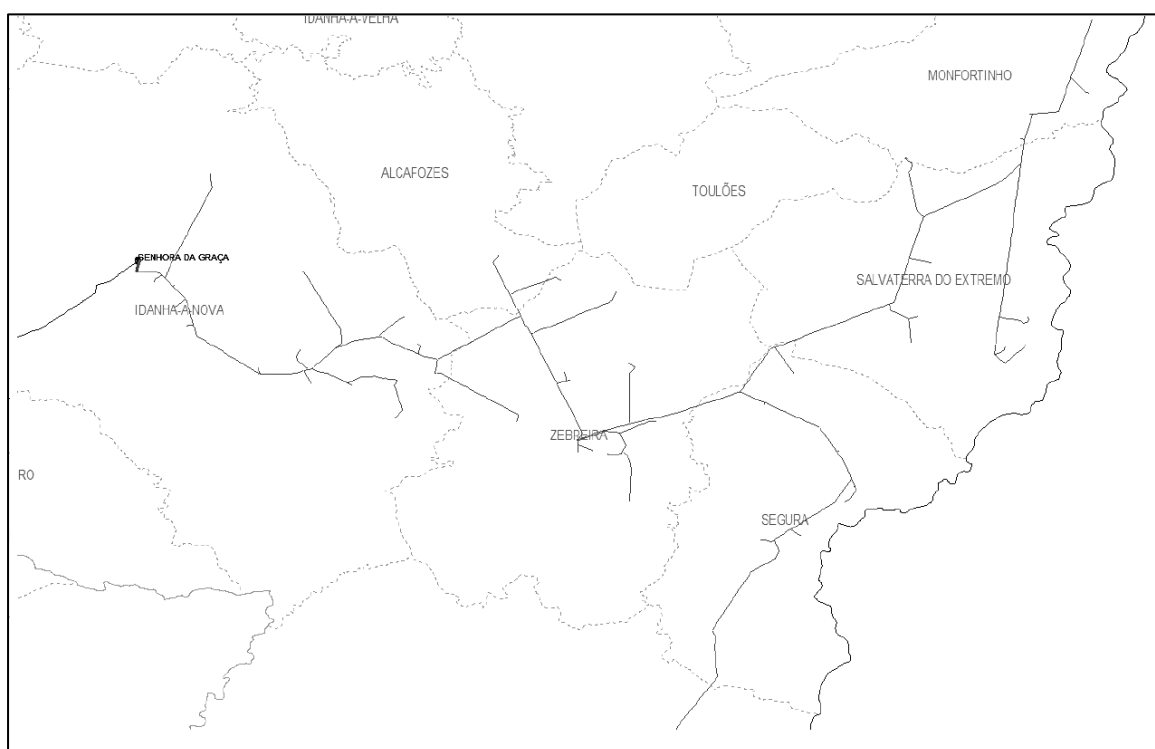


Figura 2.2 – Linha de média tensão SGZ com indicação de freguesias.

Em 2007, segundo Almeida (2012):

- A região de Zebreira tinha cerca de 50 ha de área social (aglomerado urbano), 4180 ha de área agrícola, 4679 ha de floresta, 1367 ha de terrenos incultos, 6 improdutivos e 74 ha de superfícies aquáticas;
- Segura, com 13 ha de área social, 1235 ha de agricultura, 4973 ha de floresta, 1157 ha de inculto, 0 de improdutivo e 5 ha de superfície aquática;
- Salvaterra do Extremo tinha 20 ha de área social, 2220 ha de agricultura, 4886 ha de floresta, 1053 ha de incultos, 4 ha improdutivos e 3 ha de superfícies aquáticas;

- Monfortinho tinha 48 ha de área social, 964 ha de agricultura, 3476 ha de floresta, 798 ha de inculto, 18 ha de improdutivo e 22 ha de superfície aquática;
- Alcafozes tinha aproximadamente, 12 ha de área social, 2189 ha área agrícola, 2933 ha de floresta, 499 ha de terrenos incultos, 3 ha de improdutivos e 46 ha de superfícies aquáticas;
- Idanha-a-Nova, possuía nesse ano, 5 ha de área de social, 409 ha de terreno agrícola, 1552 ha de terreno florestal, 100 ha de inculto, não tinha terrenos improdutivos e 12 ha de superfície aquática.

Em 2005, constatava-se que a maioria do território florestal do concelho de Idanha-a-Nova era ocupada por azinheiras (39%), eucaliptos (29%) e outras (15%) (idem). Deste modo, a generalidade do povoamento florestal da zona abastecida pela linha de SGZ, em 2005, continha 29% de eucaliptos e 43% de azinheiras (idem).

O clima característico desta região é continental e é temperado, sem que haja queda de neve com regularidade durante o inverno (idem). As temperaturas oscilam entre os -3 e os 18°C e durante o verão, a temperatura do ar é superior a 22°C (idem).

O concelho de Idanha-a-Nova possui várias superfícies aquáticas. Segundo o relatório elaborado por Almeida (2012), está enquadrado na bacia hidrográfica do Tejo, tendo como principais rios o Tejo, Erges e o Ponsul. Como rio secundário, há o rio Torto (Almeida, 2012).

### 2.3. Conclusão

Neste capítulo abordaram-se as características elétricas. Pesquisaram-se os diferentes tipos de apoios e armações homologados pela EDP Distribuição, identificaram-se as suas principais características e realizou-se um levantamento dos instalados na linha SGZ. Pesquisou-se o número de clientes abastecidos, da potência instalada e verificaram-se quais os vários órgãos de corte instalados.

Fez-se ainda uma abordagem às características geográficas da zona alimentada pela linha SGZ. Esta região pertence ao interior do país, tendo uma forte componente agrícola e toda ela, tanto pela componente climática, como pelo solo e pela componente hidrográfica, é propícia à produção agrícola e pecuária.



### 3. AVIFAUNA

A rede de distribuição de energia não é indiferente para as populações de aves selvagens, que usam as estruturas da rede elétrica como poiso, ponto estratégico de caça, dormitório ou local de nidificação (Neves, 2010).

A EDP Distribuição tem vindo a candidatar-se a vários projetos comunitários cofinanciados para proteção de avifauna em parceria com a Quercus, a Sociedade Portuguesa para o Estudo de Aves (SPEA), a Liga para a Proteção da Natureza (LPN) e o atual Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), anteriormente conhecido por “Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade” (ICNB).

Estes projetos visam a conservação de determinadas espécies de aves ameaçadas, nomeadamente, a águia de Bonelli, o abutre do Egito, sisão e abetarda (EDP Distribuição, 2009a). Por envolverem não só entidades nacionais como estrangeiras, têm permitido à empresa partilhar experiências e enriquecer o conhecimento com parceiros cujas dificuldades são idênticas na identificação das melhores soluções técnicas para minimizar o impacto das infraestruturas elétricas na avifauna (EDP Distribuição, 2009a). Foram feitos vários protocolos, sendo que no primeiro, Avifauna I, em 2003-2005, foi elaborada uma lista das linhas de AT e MT localizadas em áreas classificadas com indicação do seu índice de perigosidade para a avifauna. Graças a esse levantamento foram corrigidos vários troços das linhas consideradas perigosas (EDP Distribuição, 2009a). O segundo e terceiro protocolos assinados, Avifauna II (2006 a 2008) e Avifauna III (2009-2011), permitiram corrigir mais ramais de linhas e, para além disso, desenvolver e aplicar novas técnicas de proteção de avifauna (EDP Distribuição, 2009a).

O quarto protocolo, Avifauna IV, foi desenvolvido no âmbito do Programa de Promoção Ambiental da EDP Distribuição 2012. Neste protocolo deu-se continuidade aos anteriores na conciliação de conservação de aves com as linhas aéreas AT e MT pela implementação de medidas de diminuição dos impactos negativos das linhas em aves. Segundo EDP Distribuição (2009a), teve como principais objetivos: a avaliação do impacto negativo das infraestruturas na avifauna protegida na Península Ibérica; a consolidação da eficiência de soluções anti-colisão integradas nas correções das linhas elétricas; a avaliação do tempo de vida útil dos sistemas anti-eletrocussão colocados no campo de ação do Protocolo Avifauna I; a elaboração de cartas de risco referentes a colisão e eletrocussão para determinadas espécies em que estas correspondem ao principal fator de mortalidade por causa não natural.

No final do ano de 2012, analisaram-se as atividades realizadas. No total, foram monitorizadas quase 83 km de linhas corrigidas, de maneira a avaliar os resultados dos sistemas de prevenção de colisão e eletrocussão desenvolvidos nos protocolos anteriores.

Avaliou-se o tempo de vida útil dos sistemas de prevenção de eletrocussão aplicados no Avifauna I, no qual se concluiu que aproximadamente 32% dos apoios possuíam situações anormais, como deslizamento e má fixação desses sistemas (EDP Distribuição, 2009a). Foram ainda elaboradas cartas de risco para as espécies alvo definidas para o projeto (águia imperial, abutre preto, águia de Bonelli e águia pescadora) (EDP Distribuição, 2009a).

Além dos protocolos Avifauna, decorre o projeto Cegonha Branca. Neste, tentou-se conciliar a proteção da espécie com os níveis de qualidade de serviço técnico (EDP Distribuição, 2009a). Por isso, ao longo de 3 anos foram removidos e/ou transferidos ninhos construídos em apoios das linhas da EDP sendo, de seguida, colocados dispositivos dissuasores de nidificação (Figura 3.1). Quando possível, eram colocados apoios dedicados com plataformas de nidificação.

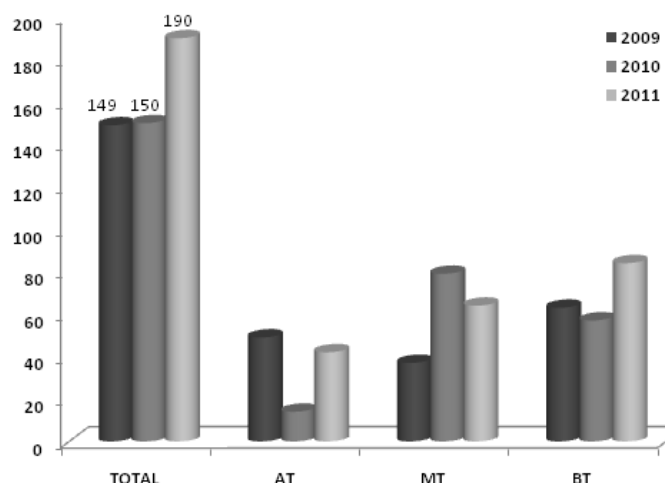


Figura 3.1 – Número de ninhos intervencionados nos anos de 2009 a 2011, por nível de (EDP Distribuição, 2009a).

Está também a decorrer o projeto STORK, que resulta duma parceria com a EDP Distribuição, a Universidade de Coimbra e o Instituto de Bioquímica da Faculdade de Ciências e Tecnologia. Tem como principal objetivo experimentar novas soluções técnicas de dissuasão da cegonha de se aproximar das linhas aéreas e de outras infraestruturas elétricas. As soluções propostas consistem na colocação de plataformas vibratórias, turbinas motorizadas, sistemas emissores de som e ultrassom, com acompanhamento vídeo através da instalação de câmaras em postes vizinhos.

Todos estes estudos foram realizados no âmbito do Plano de Promoção do Desempenho Ambiental (PPDA). O PPDA é um instrumento de regulação previsto no Regulamento Tarifário destinado a promover a melhoria do desempenho ambiental das empresas que atuam neste sector por parte da Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE)

(EDP Distribuição, 2009b). Através destes PPDA, a ERSE espera assegurar que a regulação económica a que as empresas estão sujeitas não tenha efeitos negativos a nível ambiental (EDP Distribuição, 2009b).

### 3.1. Colisão e eletrocussão

Os apoios das linhas de distribuição de energia proporcionam um local de poiso e nidificação para aves de grande envergadura em locais que careçam de árvores (Haas, 2005). Contudo, estes mesmos apoios constituem um risco para a sua integridade, sendo a proximidade de linhas elétricas aéreas a causa mais provável de sofrer eletrocussão ou colisão (Avian Power Line Interaction Committee, 2012).

Mas além do risco que advém para as aves, deve-se ter em conta outros tipos de impactos, tanto do ponto de vista elétrico como do económico: os dejetos das aves que nidificam em apoios podem danificar os isoladores e provocar defeitos por contornamento e frequentemente, causam interrupções de energia quando parte dos seus ninhos toca num dos condutores (Ferrer, 2012), (Haas, 2005). Existe a possibilidade destas interrupções de energia conduzirem a um resultado económico negativo nas indústrias alimentadas pela linha em falha e na empresa fornecedora/distribuidora de energia, por pagamento de compensações. Por estas razões, reconhece-se a possibilidade de advirem inconvenientes operacionais da interação entre aves e linhas aéreas, assim como riscos de saúde e segurança, mortalidade e ferimentos em aves (Avian Power Line Interaction Committee, 2012).

Os perigos para a avifauna provenientes da sua interação com linhas elétricas aéreas resumem-se basicamente, a dois tipos distintos, de acordo com Haas (2005):

- Risco de colisão – quando em voo, as aves podem embater em cabos condutores por diversas razões. Na maioria dos casos, o impacto por colisão causa a morte imediata ou feridas fatais e mutilações. Segundo Neves (2010), este risco é preferencialmente estudado em linhas de muito alta tensão (MAT) (Rede de Transporte);
- Risco de eletrocussão – as aves poisadas em apoios e/ou cabos condutores morrem se causarem curto-circuitos (fase-fase ou fase-terra) isto é, através de contacto entre dois condutores ou, mais frequentemente, contacto entre um condutor e uma estrutura metálica ligada à terra (Ferrer, 2012), (Haas, 2005). Constitui um perigo acrescido para aves de médio e grande porte, que usam os apoios como locais de poiso e de nidificação (Haas, 2005). Muitas espécies de aves sofrem grandes perdas podendo se encarar a sua extinção devido a este fator (Haas, 2005). A eletrocussão é mais propícia a causar interrupções de energia (Avian Power Line Interaction Committee, 2012).

As implicações que estes riscos acarretam para a qualidade de serviço das redes de distribuição obrigaram as empresas a alterar as suas políticas de proteção de avifauna, nomeadamente, na colocação de plataformas para ninhos em apoios em operação (Neves, 2010).

### **3.1.1. Colisão**

A colisão resulta do embate das aves com os condutores aéreos, cabos de terra ou cabos de guarda de linhas aéreas (MT, AT ou MAT) (Neves, 2010). Segundo Haas (2005), existe a possibilidade de ocorrer colisão em qualquer espécie capaz de voar. Mas, de acordo com Avian Power Line Interaction Committee (2012) e Neves (2010), determinadas espécies são mais suscetíveis que outras a este fenómeno: as suas características específicas, como a fraca agilidade de voo e o comportamento gregário tornam certos grupos mais sensíveis (e.g.: Aves Estepárias e Aves Aquáticas).

Algumas destas características são identificadas por Avian Power Line Interaction Committee (2012):

- Comportamentos de acasalamento e de caça, que podem distrair as aves da presença de linhas;
- Voos regulares e repetidos entre a zona de nidificação e de alimentação, na proximidade de linhas, que aumentam a exposição a este risco (Figura 3.2). Na Figura 3.2, em A., existia um elevado risco de colisão por a linha se encontrar entre a zona de alimentação e de repouso e em B., esse risco foi reduzido;
- Envergadura, tamanho do corpo e visão. Aves de grande dimensão, pesadas e com pouca visão são mais suscetíveis à colisão que aves mais leves, pequenas com asas relativamente grandes, melhor agilidade e visão;
- Condições ambientais, como condições meteorológicas adversas e escuridão, podem distrair as aves da presença de linhas ou obscurecer a sua visibilidade, e segundo (Haas, 2005), tendem a concentrar o voo de aves migratórias a baixa altura e a reduzir a visibilidade e manobrabilidade;
- Aspectos relacionados com engenharia, incluindo o *design* e localização, podem aumentar ou diminuir o risco de colisão.

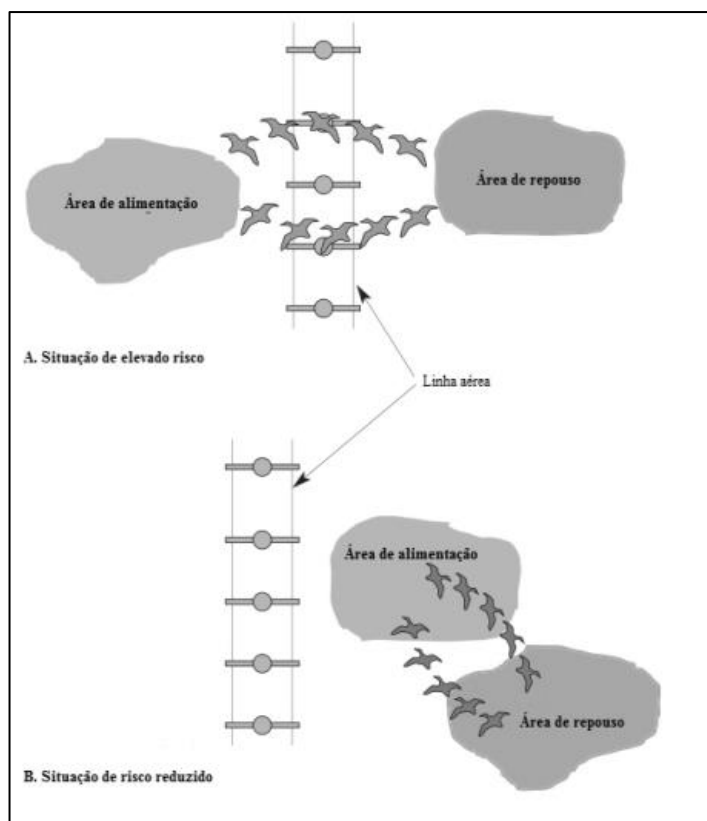


Figura 3.2 – Potencial risco de colisão: A. elevado risco; B. risco reduzido (Avian Power Line Interaction Committee, 2012).

Além do mais, Haas (2005) indica como existindo alto risco em:

- Áreas de grande importância de avifauna, incluindo áreas com grande população de aves e de elevada percentagem de aves migratórias especialmente, em altura de migração. Nestas áreas, há registo de maior mortalidade em locais onde as linhas de distribuição de energia atravessam corredores migratórios e caminhos de voo importantes tais como, vales com rios, vales entre montanhas, estreitos, etc.;
- Pantanaís, áreas costeiras, estepes e linhas aéreas que separam locais de repouso das regiões de alimentação de aves ou que estejam nas proximidades destas áreas principalmente se estiverem perto cursos de água;
- Qualquer perturbação que conduza a movimentos de pânico em voo (geralmente causados por caça);
- Fraca visibilidade dos condutores, de cor acinzentada;
- Fraca luminosidade, já que a maioria das colisões ocorre durante a noite, crepúsculo e nascer do sol.

Segundo Neves (2010), a taxa de mortalidade estimada de aves por esta razão ronda as  $2,93 \pm 0,18$  aves/km/ano, mas o Avian Power Line Interaction Committee (2012) refere que é difícil estimar estes valores uma vez que variam grandemente devido a diferenças na observação de mortalidade e extrapolação desses dados.



### 3.1.2. Eletrocussão

A eletrocussão ocorre geralmente, em sistemas de baixa ou média tensão, quando existe um contacto direto com um material condutor em tensão ou quando um existe um condutor “contaminado” que cria um caminho elétrico condutor por um local isolado (Medora, 2011). Há ainda a possibilidade de surgirem caminhos elétricos condutores do topo de um apoio elétrico até à proximidade do solo, onde podem estar pessoas e veículos, causada por uma linha aérea que caiu ou uma espia que entrou acidentalmente em contacto com os condutores (Medora, 2011). Habitualmente, dá-se por contacto entre uma fase e o cabo de guarda (Ferrer, 2012).

A morte em aves por eletrocussão surge geralmente, quando estas poissam e/ou constroem os seus ninhos nos apoios de linhas elétricas (Ferrer, 2012), (Haas, 2005). Cegonhas brancas (principalmente na altura de migração na Europa), aves de rapina tais como, abutres e águias, corvos e corujas são as principais aves afetadas (Haas, 2005). Para algumas é um risco que põe em causa a continuação da espécie, consistindo numa grande causa de mortalidade de grandes aves, como o abutre-preto (Ferrer, 2012), (Haas, 2005). Na maioria dos casos provoca feridas graves ou morte imediata: a corrente que atravessa o corpo das aves danifica os tecidos e afeta o funcionamento geral do organismo (os músculos e nervos deixam de funcionar de modo abrupto), a ave cai do apoio para o solo causando mais feridas (Haas, 2005).

Ferrer (2012) refere que os principais fatores identificados como causa de morte por eletrocussão são o tipo de apoio e de habitat. E, de acordo com Sweeting (2011), os locais sujeitos a causarem danos significativos a aves são:

- Fontes de energia de alta ou baixa tensão;
- Condutores nus, como linhas e cabos, que podem originar arcos voltaicos;
- Neutro e condutores de terra;
- Isoladores para os condutores nus e condutores terra;
- Sistemas de proteção elétricos.

De acordo com Haas (2005) e Ferrer (2012), é difícil estimar o número de mortes de aves por eletrocussão uma vez que são rapidamente removidas por animais necrófagos (como raposas, abutres, etc.). Contudo, Neves (2010) estima que a taxa de mortalidade rondará  $0,31 \pm 0,17$  aves/apoio/ano.

### 3.2. Dispositivos de proteção de avifauna

De acordo com Neves (2010), deve-se iniciar a minimização dos impactos por colisão e eletrocussão por um cuidadoso planeamento da localização das linhas, de forma a evitar a sua passagem por locais onde exista uma elevada concentração de aves e locais com grande atividade nos domínios vitais das espécies locais. Quando não for possível evitar a passagem por estes locais, pode-se recorrer a equipamentos de proteção de avifauna. Porém, estes equipamentos estão sujeitos a perderem a eficácia rapidamente, devido a condições meteorológicas adversas, requerendo a sua manutenção e/ou substituição ao fim de poucos anos (Neves, 2010). Há vários dispositivos disponíveis em mercado para prevenção de colisão e eletrocussão de aves, sendo utilizados pela EDP Distribuição:

- Anel de proteção (Figura 3.3) – destina-se a evitar o toque entre fases da linha, sendo colocado nas fases externas ou na fase interna da linha aérea servindo ainda como sinalizador da linha de modo a evitar a colisão de aves.



Figura 3.3 – Anéis de proteção.

- Anti-poiso (chapa) (Figura 3.4) – pode ser usado em apoios MT ou AT e destinam-se a evitar o poiso das aves, de maneira a prevenir a sua eletrocussão. Há de dois tipos: a chapa quinada, utilizada habitualmente em armações tipo GAL e EVDAL; e a chapa direita, utilizada em GAN, HRFSC, EVDAN e PAN (MRJS).



Figura 3.4 – Chapa metálica do tipo quinada (MRJS).

- Cabo coberto ou cobertura de proteção de condutor (Figura 3.5) – usado em linhas MT para prevenção de eletrocussão, feito de policloreto de vinilo que isola a alma de alumínio-aço (Neves, 2010) e pode ser rígida ou flexível. É colocado em arcos e outros cabos nus nas armações para prevenção de eletrocussão (Neves, 2010).



Figura 3.5 – Cabo coberto ou cobertura rígida de proteção de condutor (Neves, 2010).

- Dispositivo dissuasor de nidificação – guarda-chuva (Figura 3.6) – é aplicado em linhas MT, habitualmente em armações tipo GAN e EVDAN, e usado como dispositivo dissuasor de nidificação (MRJS). Destina-se à proteção da avifauna contra eletrocussões, dificultando e/ou impedindo o poiso e nidificação.



Figura 3.6 – Dispositivo dissuasor de nidificação – guarda-chuva.

- Dispositivo dissuasor de nidificação (Modelo 1) (3 hastes tipo seta) (Figura 3.7) – para linhas aéreas MT em armações HPT 4 (MRJS). Aplica-se para proteção da avifauna contra as eletrocussões, pelas mesmas razões do Dispositivo dissuasor de nidificação – guarda-chuva.



Figura 3.7 – Dispositivo dissuasor de nidificação, modelo 1 ou 3 hastes tipo seta.

- Dispositivo dissuasor de nidificação (Modelo 2) (seta simétrica) (Figura 3.8) – para linhas MT, em todo o tipo de armações excepto nas HPT 4 (normalmente utilizada em TAN, VAN, HRFSC, EVDAL, EVDAN e PAN) (MRJS). Usa-se para evitar eletrocussões, dificultando/impedindo o poiso e a nidificação.



Figura 3.8 – Dispositivo dissuasor de nidificação, modelo 2 ou seta simétrica (MRJS).

- Dispositivo dissuasor de nidificação (Modelo 3) (seta assimétrica) (Figura 3.9) – para linhas MT em armações tipo GAN, GAL e HRFSC.



Figura 3.9 – Dispositivo dissuasor de nidificação, modelo 3 ou seta assimétrica (MRJS).

- Dispositivo de sinalização FBD/D (Fireflies) (Figura 3.10) – utilizado em condutores de fase, nus ou cobertos e nos cabos de guarda. Pode ser rotativo ou tipo fita (Avian Power Line Interaction Committee, 2012).

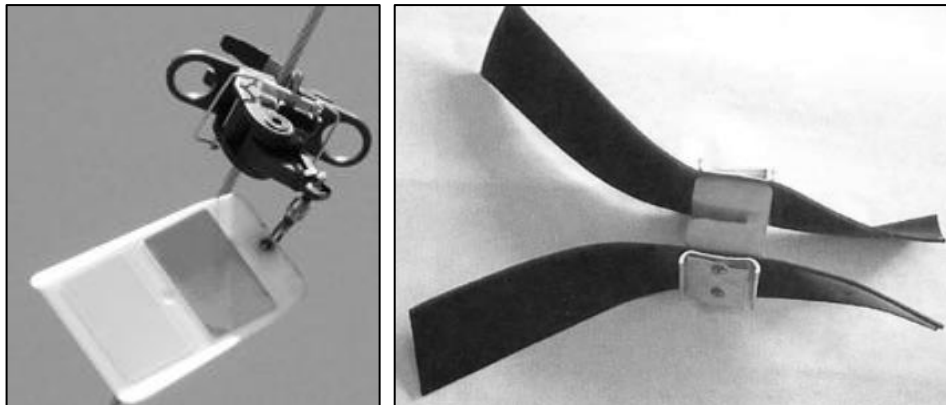


Figura 3.10 – Dispositivos de sinalização Firefly, tipo rotativo e tipo fita (Bernardo, 2011), (Ferrer, 2012),

- Espiral de sinalização dupla (Figura 3.11) – utilizada em linhas aéreas AT e MT, nos condutores de fase, nus ou cobertos e nos cabos de guarda. Pode ser vermelha ou branca, devendo-se alternar as cores. Recorre-se a este dispositivo para prevenção de colisão uma vez que aumenta a visibilidade dos cabos (Neves, 2010).

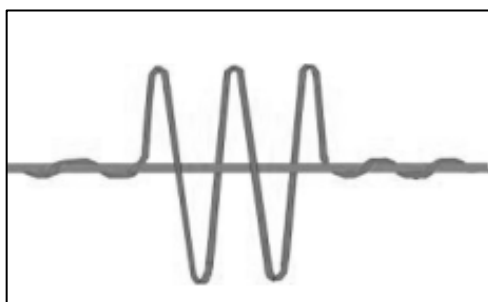


Figura 3.11 – Espiral dupla (Neves, 2010).

- Espiral de sinalização simples (Figura 3.12) – pode ser vermelha ou branca e devendo-se alternar as cores. Instalada em condutores de fase nus ou cobertos em linhas AT ou MT. Utiliza-se para prevenção de colisão, pelas mesmas razões do dispositivo espiral dupla (Neves, 2010).



Figura 3.12 – Espirais de sinalização simples.

- Filaça para cabo MT coberto (Figura 3.13) – estão disponíveis dois modelos e são colocados na fixação de arcos de cabo MT coberto à gola de isoladores rígidos ou à reigada de isoladores rígidos, para prevenção de eletrocussão.

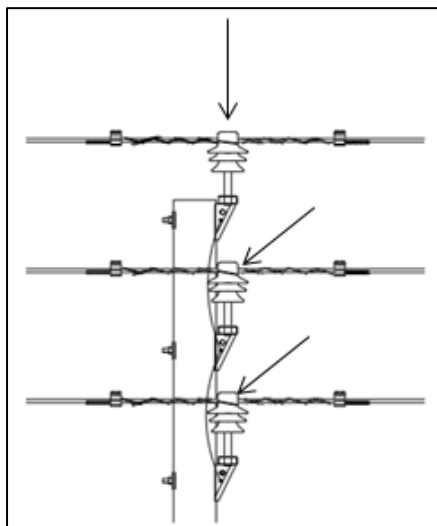


Figura 3.13 – Filaça para cabo MT coberto (Ensto).

- Protetor de condutor (Figura 3.14) – é colocado nos condutores de fase nus, isolando-os (Neves, 2010). Existem vários modelos disponíveis com o objetivo de evitar eletrocussão.

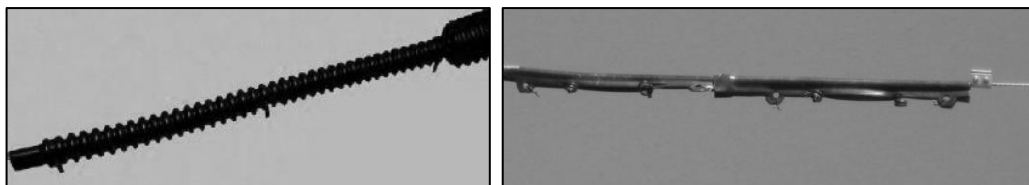


Figura 3.14 – Protetor de condutor (modelo 1) (Megawatt Engineering Ltd., 2012).

- Protetor de pinça de amarração (Figura 3.15) – é colocado nos condutores de fase nus, cobrindo as pinças das cadeias para isolar os condutores de fase nus e as pinças de cadeias de amarração (Neves, 2010).

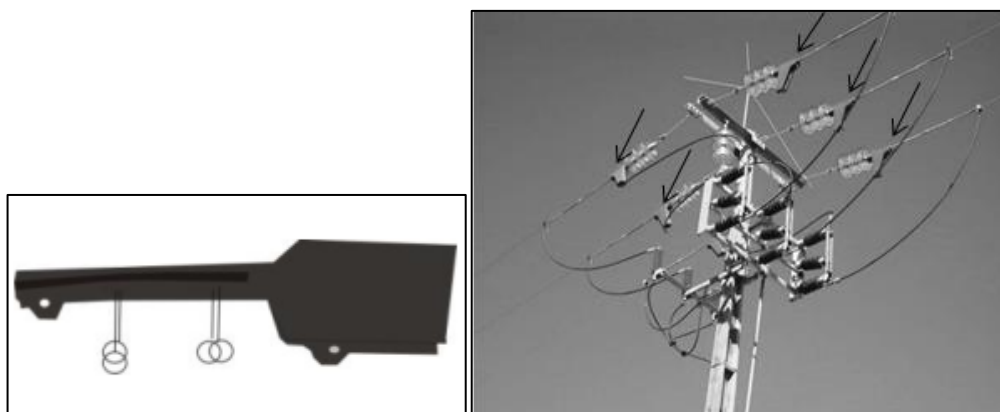


Figura 3.15 – Protetor de pinça de amarração (Neves, 2010).



- Protetor para isolador de travessia (Figura 3.16) – tem a função de isolar as ligações a isoladores rígidos. Coloca-se nos isoladores de travessia e isoladores rígidos (Neves, 2010).



Figura 3.16 – Protetor para isolador de travessia (Neves, 2010).

- Protetor para isolador rígido (Figura 3.17) – utilizado para diminuir o risco de eletrocussão, isolando os condutores de fase nus e os isoladores rígidos, cobrindo os isoladores. É aplicado nos condutores de fase nus (EDP Distribuição, 2009c), (Neves, 2010).

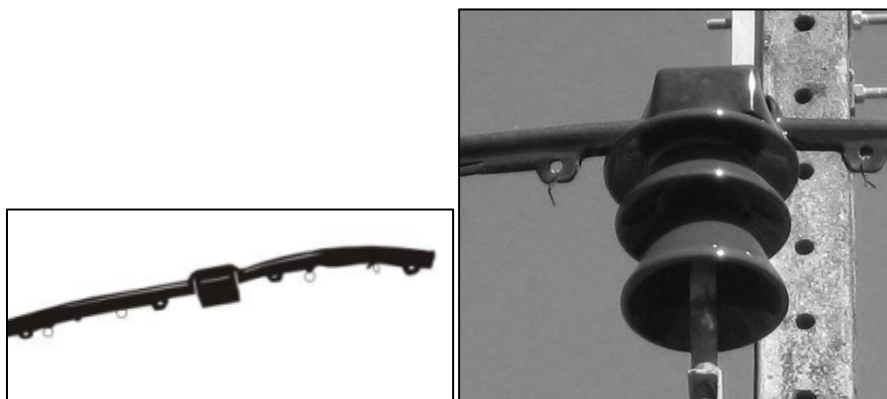


Figura 3.17 – Protetor de isolador rígido (Neves, 2010).

- Turbina (Figura 3.18) – dispositivo dissuasor de poiso e nidificação;

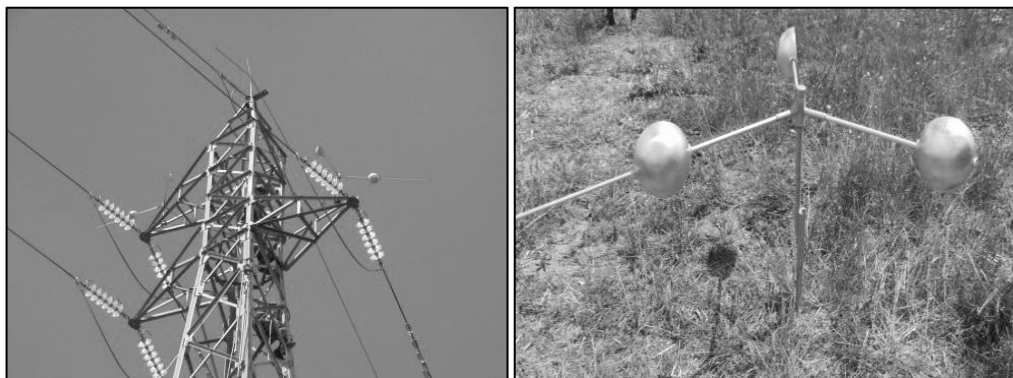


Figura 3.18 – Turbinas.

Destes dispositivos, alguns foram aplicados no âmbito de programas e protocolos ambientais nos quais a EDP participou. Entre 2003 e 2011 foram usados uma série de equipamentos distintos, constantes no Figura 3.19, cujos valores de eficácia comprovada pela empresa se encontram expostos Tabela 3.1.

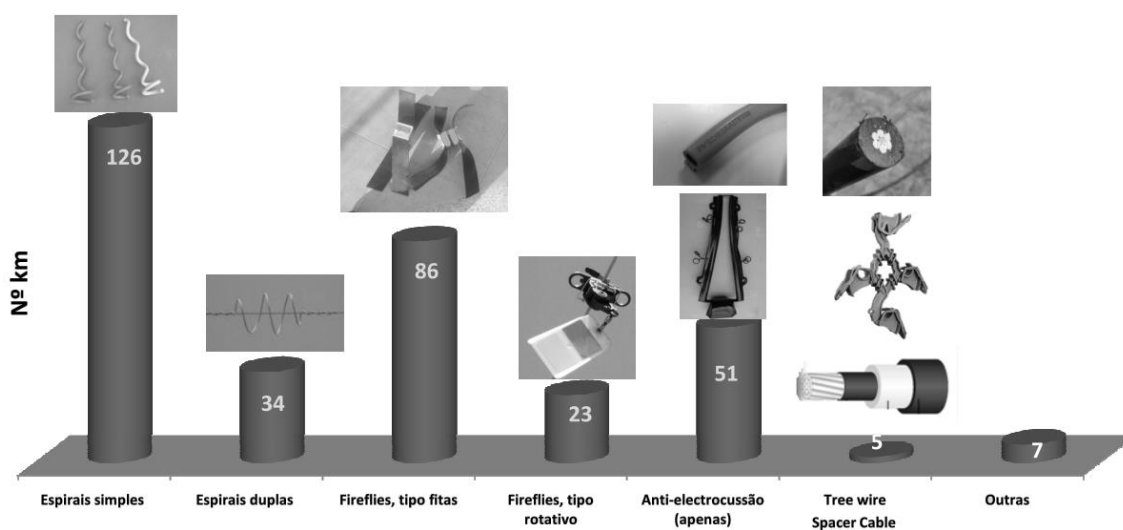


Figura 3.19 – Dispositivos instalados pela EDP Distribuição no âmbito de programas e protocolos em que participou entre 2003 e 2011 (Bernardo, 2011).

Tabela 3.1 – Eficácia dos equipamentos instalados entre os anos de 2003 e 2011 (Bernardo, 2011).

Medidas		Equipamentos/Materiais aplicados	Eficácia	Observações
Anti-eletrocussão		Materiais anti-eletrocussão	74%	--
Anti-colisão	2010	Espiraís simples coloridas	33%	Parque Natural Douro Internacional Zona de Proteção Especial Castro Verde
		Fireflies, tipo rotativo	83%	<i>Important Bird Area</i> da Planície de Évora
		Fireflies, tipo fita	49%	<i>Important Bird Area</i> do Estuário do Mondego
				Parque Natural Douro Internacional
	1º semestre 2011	Espiraís simples coloridas	36%	Parque Natural Douro Internacional
		Espiraís duplas coloridas	71%	Reserva Natural das Dunas de S. Jacinto
		Fireflies, tipo fita	23%	Parque Natural Douro Internacional
			100%	<i>Important Bird Area</i> do Estuário do Mondego

Pela análise da Tabela 3.1, verifica-se uma discrepância nos valores de eficiência dos Fireflies, tipo fita. Esta diferença poderá advir da tipologia das linhas, tipo de habitat e espécies existentes nas regiões onde foram colocadas assim como os diferentes tipos de comportamentos de cada ave.

Neves (2010) refere que há diferenças evidentes em linhas onde foram colocadas espirais simples, de cor branca e vermelha de modo alternado, ou fitas. Este mesmo autor cita outros estudos realizados onde se constatou que espirais simples de cor branca e vermelha, colocadas de maneira alternada, obtêm melhores resultados que as espirais de cor cinzenta. As espirais brancas serão mais visíveis ao amanhecer e ao anoitecer, enquanto as espirais de cor vermelha serão mais eficazes durante o dia. Neves (2010) destaca ainda a ineficiência das espirais simples.

Neves (2010) menciona também que as linhas com protetores dos condutores causaram menos mortalidade por eletrocussão que linhas vizinhas sem isolamento das fases junto aos apoios. Contudo, a diferença não é significativa pois os valores de mortalidade registados são baixos. As eletrocussões em troços de linhas com armações em galhardete com dispositivos anti-pousos do tipo seta assimétrica, foram ligeiramente superiores.

Porém, salienta que a colocação de dispositivos anti-poiso no topo de armações de galhardete com isoladores suspensos (GAL), podem favorecer o pouso das aves nas travessas do meio ou de baixo. E, deste modo, possibilitando o toque com o cabo condutor suspenso da travessa imediatamente acima. A eficácia da colocação deste sistema aparenta ser evidente em apoios com isoladores rígidos ou cadeias de amarração, mas pode não ser eficaz para apoios com isoladores suspensos (Neves, 2010).

Além destes aparelhos de proteção de avifauna, segundo Ferrer (2012), são utilizados noutros países (as imagens correspondentes constam no Anexo F):

- Anti-poiso (chapa de plástico) – utilizado como dissuasor de poiso, sendo colocado na extremidade da armação, acima de um isolador suspenso;
- Bola amarela com fio preto – colocado no cabo de guarda;
- Cavilhas em forma de pente na armação – utilizado como dissuasor, sendo colocadas quatro cavilhas na extremidade da armação, acima do isolador suspenso;
- Cavilhas verticais brancas – oito cavilhas verticais colocadas no seccionador no topo do poste;
- Chapa instalada abaixo do isolador – colocado para isolamento parcial da armação, protegendo o apoio abaixo do isolador central, em armações em triângulo;
- Chapa acima do isolador – colocado para isolamento parcial da armação, protegendo a parte superior do isolador, em armações em triângulo;
- Chapa de plástico vertical – colocados na extremidade da armação, acima dos arcos e abaixo da armação;
- Chapa angulosa – colocado para evitar poiso e nidificação de aves nos isoladores, formando um ângulo na extremidade da armação;
- Fita preta suspensa – colocada no fio terra ou no condutor;
- Poleiro em forma de T no topo do apoio – colocado no topo do apoio, para prevenção de poiso de aves;
- Poleiro em forma de T na extremidade do apoio – colocado na extremidade da armação, para prevenção de poiso de aves;
- Poleiro retangular – colocado na extremidade da armação, como dispositivo dissuasor de poiso;
- Pente ou escova – colocado na extremidade da armação, como dispositivo dissuasor de poiso;
- Poleiro com reforço anguloso – colocado em armações em galhardete;
- Poleiro com reforço anguloso – colocado em armações em galhardete;
- Silhueta luminescente de ave de plástico – colocada no cabo de guarda;
- Três lâminas rotativas com painéis refletores – colocado no cabo de guarda ou condutor.

Para maximizar os efeitos destes dispositivos, podem-se fazer combinações dos mesmos (E.g.: cabo coberto com chapa vertical) ou alterar as características dos isoladores ou armações. No campo da alteração das características dos isoladores, existe a possibilidade da mudança de isoladores em pinha para isoladores suspensos e, no campo de alteração de armações colocar-se, por exemplo, barras de metal (Figura 3.20) (Ferrer, 2012)).

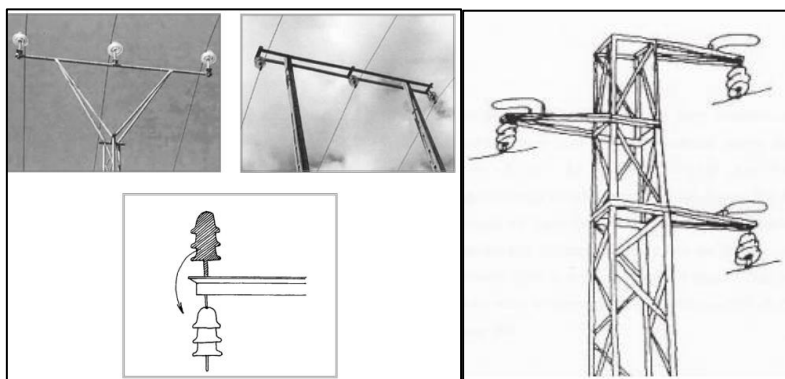


Figura 3.20 – Substituição de isolador em pinha por isolador suspenso e colocação de barras de metal numa linha aérea (Ferrer, 2012).

Além dos dispositivos utilizados para proteção da avifauna, das possíveis alterações de armação e de isoladores, que ajudam a melhorar a qualidade de serviço de forma indireta, existe a possibilidade de se recorrer a outros sistemas que evitem a degradação desta por ação das aves sem as proteger. Nomeadamente, através da utilização de espaçadores de fase (Figura 3.21), que impedem curto-circuitos fase-fase. Este dispositivo é especialmente útil em locais muito ventosos e em pontos onde existam grandes bandos de aves, atreitos a poisarem em linhas aéreas.



Figura 3.21 – Espaçadores de fase.

### 3.3. Espécies da zona

Foi realizada uma pesquisa com o objetivo de descobrir as principais espécies de aves presentes na região alimentada pela linha de SGZ, suscetíveis de causarem interrupções no fornecimento de energia. Para isso, recorreu-se contactos na empresa e pesquisa de vários tipos. Foram identificadas uma série de espécies distintas, sendo as principais o estorninho-comum, estorninho preto, pombo bravo, pombo torcaz e cegonha-branca.

No Anexo D (Birdlife International), (CERVAS, 2009b), (CERVAS, 2010), (Elias, 2013), referem-se espécies de grande envergadura, o grifo, a águia-imperial e o abutre-preto, dos quais existem registos de observações nas imediações da linha. Contudo, a águia-imperial e o abutre-preto estão em grande risco de extinção e a eletrocussão tem um papel muito importante neste fator.

#### 3.3.1. Estorninho

Pensa-se que o estorninho será uma das principais causas das falhas de curta duração (CD) nalgumas zonas da região centro de Portugal. Existem duas espécies de estorninho em Portugal: o estorninho-comum (*Sturnus vulgaris*), também conhecido por estorninho-malhado, e o estorninho-preto (*Sturnus unicolor*).

O estorninho-malhado pode ser distinguido do estorninho-preto pelas manchas que apresenta durante o Verão, associando-se-lhe frequentemente (Elias, 2013). Ambas as espécies se alimentam de frutos, azeitonas, bagas, etc., principalmente durante o outono e inverno, e de insetos e restos da alimentação humana (CERVAS, 2012), (Elias, 2013). O estorninho-malhado é uma ave migratória que regressa à Península Ibérica durante o inverno, pensa-se que de outubro a fevereiro, nidificando por vezes em grandes colónias, em buracos de árvores, muros, debaixo das telhas e aceita com facilidade ninhos artificiais (Elias, 2013). A sua ocorrência não está bem documentada, tendo sido observado na Beira Interior, junto à albufeira da Marateca, do distrito de Castelo Branco, Concelhos de Castelo Branco e Fundão (Elias, 2013).

O estorninho-preto é uma espécie residente em Portugal, sendo possível encontrá-la também em Espanha e sul de França. Choca de 2 a 6 ovos, alimentando-se de insetos e vermes (CERVAS, 2012). É de comportamento gregário e voa em bandos compactos (Elias, 2013). Encontra-se em todo o território continental, em terrenos agrícolas, zonas arborizadas, áreas com forte presença humana (como parques e jardins em grandes cidades), preferindo no entanto paisagens em mosaico, com pequenas matas, campos agrícolas e prados, assim como montados com pouco sub-bosque. Surge frequentemente em pastagens com existência de gado bovino onde se alimenta. Muitas vezes, avista-se voando em grandes bandos a partir do final do verão, realizando em certas regiões movimentos de âmbito local (CERVAS, 2012). Durante o inverno, encontra-se também em olivais e restolhos, evitando áreas de elevada altitude. Durante a Primavera, os estorninhos-pretos estão dependentes de locais com cavidades onde instala os ninhos

(CERVAS, 2012). É possível observá-lo em regiões urbanas, zonas de montados e planícies agrícolas, principalmente as de sequeiro (Elias, 2013). Há indícios de que o estorninho-preto poderá estar em regressão em certas regiões, mas em expansão noutras áreas do país (CERVAS, 2012). Na Beira Interior, podem ser identificados em zonas de sequeiro (Elias, 2013):

- No Tejo Internacional (Beira Baixa, onde o rio Tejo forma a fronteira natural entre Portugal e Espanha – distrito de Castelo Branco, concelho de Idanha-a-Nova) – (como, Senhora da Graça);
- Segura (Distrito de Castelo Branco, concelho de Idanha-a-Nova);
- Albufeira de Marateca (distrito de Castelo Branco, concelhos de Castelo Branco e Fundão);
- Albufeira de Vilar (distrito de Viseu, concelhos de Moimenta da Beira/Sernancelhe);
- Celorico da Beira (distrito da Guarda, concelho de Celorico da Beira);
- Vilar Formoso (distrito da Guarda, concelho de Almeida);
- Aldeias da serra da Gardunha (distrito de Castelo Branco, concelho de Fundão) – como Souto da Casa;
- Zona do Sabugal (proximidade da serra da Malcata, distrito da Guarda).

### 3.3.2. Pombo

Há duas espécies de pombo envolvidas nas interrupções de CD desta linha: o pombo bravo e o pombo torcaz.

O pombo bravo, cujo nome científico é *Columba oena*, tem uma cor acinzentada, sendo também conhecido por “seixa” (Elias, 2013). Para além da cor que o caracteriza, tem como características distintas a contra-asa cinzenta e o local onde se inserem as penas da cauda cinzento (Elias, 2013).

Segundo (Elias, 2013), esta ave vê-se principalmente durante a época fria. Nidifica no nordeste do país durante a primavera pelo que fora desta região e desta altura, pode-se ver durante a época invernal (Elias, 2013). Faz o seu ninho em buracos de árvores, ruínas de antigos edifícios, tocas de coelhos, falésias, heras, etc. (BBC, 2014). Alimenta-se principalmente de cereais, insetos e caracóis, bolotas e pinhão mas também se pode alimentar de bagas, figos, feijões, ervilhas e pequenos invertebrados (BBC, 2014). Habitualmente, forma bandos que variam bastante no número de indivíduos, de pequenos a grandes (que chegam às centenas de animais desta espécie) (Elias, 2013). Por esta razão, o seu número varia anualmente e pode ser visto no meio de bandos de pombos-torcizes invernantes.

O pombo torcaz tem o nome científico de *Columba palumbus*, sendo o maior dos nossos pombos (Elias, 2013). É todo cinzento e distingue-se dos outros pombos pelas manchas

brancas nas asas e no pescoço (Elias, 2013). É uma ave autóctone do nosso país mas é mais numerosa por altura do inverno pois aos que habitam o nosso país, juntam-se os oriundos de outros países europeus (Elias, 2013). Nidifica na primavera e verão na metade norte de Portugal europeus (Elias, 2013). Durante o outono e inverno, circulam principalmente, no Alentejo europeus sendo de referir que a zona alimentada pela linha SGZ tem uma geografia semelhante à do Alto Alentejo (Elias, 2013).

### 3.3.3. Cegonha branca

A cegonha branca, com o nome científico de *Ciconia ciconia*, é facilmente reconhecível pela sua característica plumagem branca, longas patas, pescoço comprido e longo bico avermelhado. Em território nacional, existem algumas que são residentes apesar de parte serem aves migratórias. Pode ser vista facilmente na altura da primavera quando se encontra nos ninhos, efetuando a postura (1 a 5 ovos) em fevereiro/março (Elias, 2013), (CERVAS, 2009a). A incubação dura aproximadamente 33 dias e após este tempo, permanecem no ninho cerca de dois meses (CERVAS, 2009a). Na região da Beira Baixa há um maior aglomerado na Cova da Beira, Segura, albufeira da Marateca, Castelo Branco e região do Tejo Internacional (Figura 3.22) (Elias, 2013). Segundo o Centro de Ecologia, Recuperação e Vigilância de Animais Selvagens (CERVAS) (2009), alimenta-se de insetos, lagostins-vermelhos, anfíbios, pequenos mamíferos, répteis etc.. Habitualmente, podem ser vistas em arrozais, pastagens naturais, searas, charcas, ribeiras, pântanos e sapais (CERVAS, 2009a). Fazem o ninho em árvores, escarpas costeiras e fluviais e também construções humanas (CERVAS, 2009a).

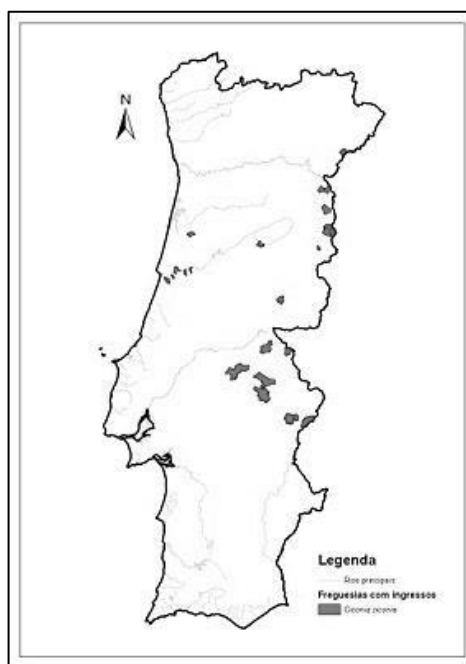


Figura 3.22 – Distribuição de cegonha-branca registados pelo CERVAS (2009a).



### 3.4. Proteção de avifauna na linha de Senhora da Graça-Zebreira

Ao longo dos anos têm sido realizadas várias intervenções na linha, desde remoção de ninhos de cegonha e utilização de dispositivos dissuasores de nidificação, até outro tipo de proteções, como as colocadas em 2013. Nesse ano, foram colocadas na zona identificada na Figura 3.23, proteções de isoladores e cabos, dispositivos tipo Fireflies e dissuasores de nidificação.

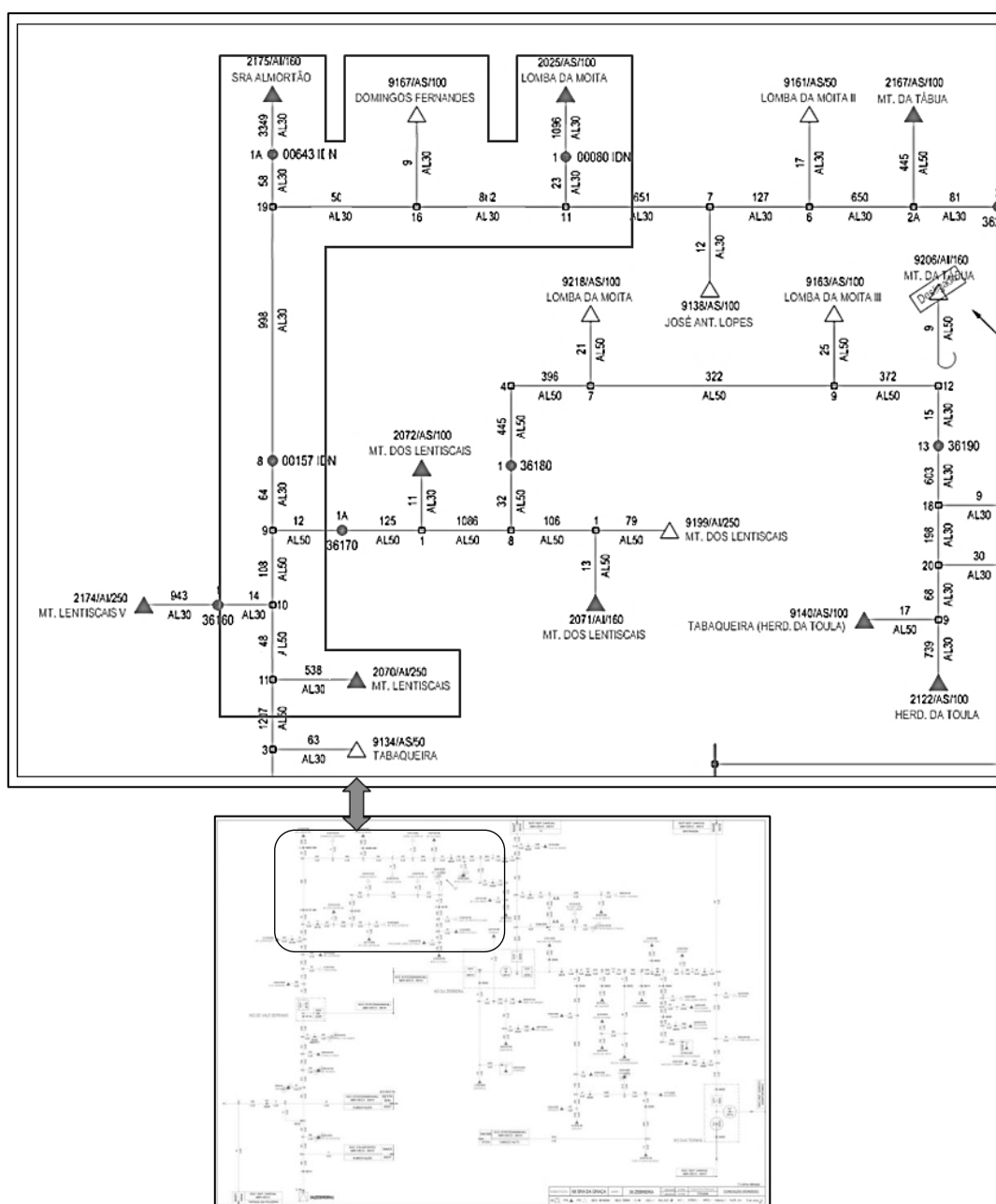


Figura 3.23 – Local intervencionado em 2013 para proteção de avifauna.

Na Figura 3.24 com fotografias tiradas na região de alguns exemplares dos dispositivos instalados em 2013.

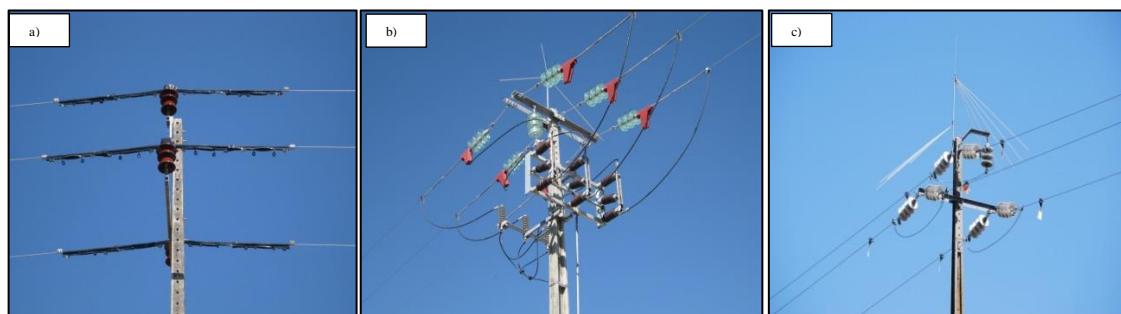


Figura 3.24 – a) Cabo coberto/protetor de isolador rígido; b) Pinças de amarração; c) Fireflies, tipo rotativo.

Para além dos dispositivos instalados em 2013, no ano de 2014, foram alteradas algumas armações numa região reconhecida com elevada densidade de avifauna. Interveio-se no troço entre os apoios 132 e 150 e ramal para o PTD N° 2148 – Herdade da Taipa (Figura 3.25). Este ramal tem uma extensão de quase 5 km, em AL-AÇO 50 mm<sup>2</sup>, com 32 apoios e com as seguintes armações:

- 26 apoios com armações GAL;
- 2 apoios com armações GAN;
- 2 apoios com armações VRF;
- 1 apoio com armações PAN;
- 1 apoio com armação HRFSC e seccionador.

Estas armações foram alteradas para galhardete para alinhamento tipo 1 (GAL1) e galhardete para ângulo tipo 1 (GAN1).

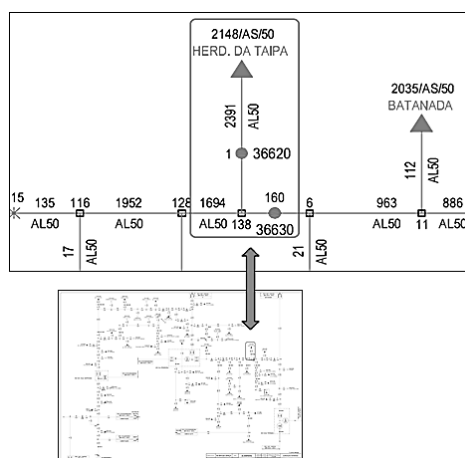


Figura 3.25 – Região onde foram alteradas armações em 2014.

### 3.5. Conclusão

Existem vários tipos de risco da interação de aves com as linhas aéreas de distribuição de energia, sendo resumidas ao risco de colisão e eletrocussão na literatura. É difícil retirar conclusões sobre os riscos de colisão e eletrocussão de um estudo e aplicá-los a outras linhas aéreas ou compará-lo com outros estudos já realizados devido às condições específicas do local e diferentes métodos de estudo e métricas, já que extrapolações destes estudos podem conduzir a estimativas exageradas (Avian Power Line Interaction Committee, 2012). Os registos de mortalidade são altamente variáveis e não devem ser aplicados em outras linhas devido a características particulares do local e do estudo, nomeadamente (Avian Power Line Interaction Committee, 2012):

- Espécies envolvidas;
- Habitats, como zonas agrícolas e pântanos;
- Períodos de tempo e regimes de amostragem, por exemplo, uma só estação vs. várias estações;
- Condições meteorológicas, como vento, nevoeiro, etc.;
- Tipo de linha elétrica;
- Outras condições, como rácios de remoção por necrófagos e eficiência do investigador.

Há várias espécies de aves na região alimentada pela linha SGZ suscetíveis de colidirem e serem por ela eletrocutadas. Devem ser tidos em conta os grandes bandos que se formam na zona e que, por vezes, poisam na linha e, ao levantarem voo, provocam o seu alongamento e oscilação, interferindo com a qualidade de serviço.

Verificou-se que esta zona é especialmente rica em cegonhas brancas, estorninhos e pombos. As cegonhas fazem os seus ninhos em apoios da linha ou em plataformas colocadas pela empresa, podendo causar diversos tipos de problemas na rede de distribuição. Os estorninhos e pombos apreciam voos em grandes bandos, poisando nas fases da linha aérea e provocando curto-circuitos devido ao toque entre fases, ou colidindo com ela, principalmente em situações em que é permitida a caça às aves.

Para mitigar os problemas causados pela avifauna e para a sua proteção, há vários dispositivos que podem ser instalados nas linhas e nos ativos que lhes estão associados, nomeadamente, nos isoladores e cabos. Estes dispositivos são utilizados para sinalizar os condutores, evitando colisões, para prevenir o poiso de aves nas partes eletrificadas, prevenindo eletrocussões ou para afastar as fases da linha, evitando curto-circuitos fase-fase. Na linha em estudo estão aplicados vários destes aparelhos que variam consoante o tipo predominante de avifauna. Por exemplo, na região identificada como uma zona onde existe uma maioria de cegonhas brancas, são utilizados principalmente, dispositivos dissuasores de nidificação e plataformas colocadas perto dos apoios da linha. Noutros locais, com uma maioria de estorninhos, foram colocados dispositivos do tipo Fireflies e separadores de fase, que evitam o toque das fases da linha.

## 4. INDICADORES E PADRÕES DE CONTINUIDADE DE SERVIÇO DA LINHA

Um dos principais objetivos da atividade do Sistema Elétrico Nacional (SEN) é o fornecimento de energia elétrica, de maneira a responder às necessidades dos clientes, tanto em quantidade como em qualidade. Para isso, torna-se imprescindível a regulação deste sector, para que esse fornecimento seja feito de forma racional e eficiente pelos meios e empresas envolvidos. A ERSE é responsável por esta regulação, estando os ramos de transporte e distribuição a seu cargo.

Neste âmbito, os operadores de mercado, como a EDP Distribuição, são avaliados pela qualidade de serviço por dois regulamentos distintos: o Regulamento da Qualidade de Serviço (RQS) e o Regulamento Tarifário (RT). Destes, apenas o RQS é abordado neste trabalho. De acordo com ERSE, a qualidade de serviço pode ser dividida em duas distintas:

- Qualidade de serviço técnica – abordada neste trabalho;
- Qualidade de serviço comercial – que inclui vários assuntos, tais como: a rapidez de atendimento, a resposta a diferentes solicitações, a leitura de contadores ou a avaliação da satisfação dos clientes. Como esta não está abrangida nos assuntos abordados ao longo do estágio, não se aprofunda mais esta temática neste relatório.

Segundo a Qualidade de Serviço de Natureza Técnica no Sector Elétrico publicado pela ERSE, a qualidade de serviço está associada a dois aspetos distintos:

- Continuidade de serviço (fiabilidade do fornecimento da energia elétrica), que se analisa através da duração e do número das interrupções de fornecimento, aqui referenciada (Figura 4.1);
- Qualidade da onda de tensão (características da forma da onda da tensão alternada), analisada através da evolução dos seus valores de frequência, distorção harmónica, amplitude, desequilíbrio e outros.

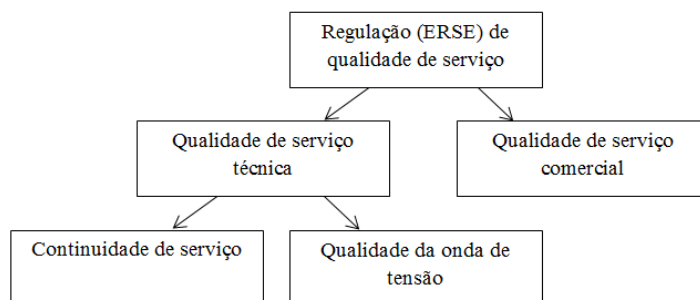


Figura 4.1 – Esquema de regulação pela ERSE abordada neste trabalho.

De acordo com o RQS (2013), Artigo 19.º, os indicadores e padrões de qualidade de serviço podem ser de natureza geral ou individual. Os indicadores de natureza geral referem-se à rede explorada pelo operador da rede de transporte, à rede ou zona de rede explorada por um operador de rede de distribuição ou a um conjunto de clientes. Enquanto os indicadores individuais se referem a cada uma das instalações elétricas dos PdE (Pontos de Entrega), incluindo clientes.

Neste âmbito, são utilizados valores de referência que têm em conta a dimensão populacional. A partir desta dimensão populacional, formam-se zonas de qualidade de serviço. Assim, e segundo o Manual de Procedimentos da Qualidade de Serviço do Setor Elétrico (MPQS) (ERSE, 2013a, Procedimento n.º 2.), as zonas de qualidade de serviço podem ser:

- Zona A – capitais de distrito em Portugal e localidades com mais de 25 mil clientes;
- Zona B – localidades com um número de clientes compreendido entre 2500 e 25000;
- Zona C – restantes locais.

#### **4.1. Indicadores e padrões gerais**

De acordo com o Artigo 20.º do RQS (ERSE, 2013b), referente a indicadores gerais, no ponto 2, os operadores das redes devem proceder à caracterização anualmente da continuidade de serviço das respetivas redes de distribuição de média tensão, determinando vários indicadores gerais. Para isso, agrupam-se as redes de média tensão de acordo com as zonas de qualidade de serviço, descriminando os índices por interrupções previstas e acidentais. Os indicadores gerais a serem calculados são:

- TIEPI MT, em minutos;
- SAIFI MT;
- SAIDI MT, em minutos;
- END, em MWh;
- MAIFI MT.

No ponto 3 deste mesmo artigo, Artigo 20.º do RQS (ERSE, 2013b), está escrito que os indicadores mencionados devem considerar todas as interrupções que afetem os PdE, excluindo-se as originárias em instalações de clientes que não interrompam outros clientes. No ponto 5, menciona-se que todos os indicadores devem ser calculados globalmente e por zona de qualidade de serviço.

No Artigo 21.º do mesmo regulamento, referente a padrões para os indicadores gerais (ERSE, 2013b), são definidos padrões anuais para os indicadores gerais SAIDI e SAIFI para caracterização do desempenho, referindo-se a interrupções acidentais longas. Destas

interrupções, exceptuam-se as resultantes de eventos excepcionais. Os valores de referência para linhas MT respeitantes a padrões gerais constam na Tabela 4.1 e estão previstos no Artigo 21.º do RQS (ERSE, 2013b), proveniente da Diretiva n.º 20/2013.

Tabela 4.1 – Padrões gerais aplicáveis às interrupções acidentais longas na rede de distribuição MT, por ano (Diretiva n.º 20/2013).

Nível Tensão	Indicador	Zona Qualidade Serviço	Padrão
MT	SAIDI MT (horas)	A	3
		B	4
		C	7
	SAIFI MT (interrupção)	A	3
		B	5
		C	7

## 4.2. Indicadores e padrões individuais

Para os indicadores individuais, de acordo com o Artigo 24.º, do RQS (ERSE, 2013b), devem ser determinados, por parte dos operadores das redes, o número de interrupções e a duração total das interrupções em minutos. Os procedimentos a seguir para os seus cálculos constam no Procedimento n.º 3 do MPQS.

O Artigo 25.º do RQS (ERSE, 2013b), refere que são definidos padrões anuais para os indicadores individuais, não devendo ser excedidos, por ano e por cliente. Estes padrões são agrupados por zona de qualidade de serviço e destinam-se a interrupções acidentais longas. Destas, também se exceptuam aquelas resultantes de eventos excepcionais. Os limites constam na Tabela 4.2, tendo sido retirados da Diretiva n.º 20/2013.

Tabela 4.2 – Padrão individual aplicável às interrupções acidentais longas nas redes de distribuição MT, por ano e por cliente (Diretiva n.º 20/2013).

Nível Tensão	Indicador	Zona Qualidade Serviço	Padrão
MT	N.º Interrupções	A	8
		B	12
		C	18
	Duração total interrupções (horas)	A	4
		B	8
		C	12

O incumprimento dos valores de padrões individuais poderá acarretar pagamento de compensações aos clientes, de acordo com o Artigo 4.º do RQS (ERSE, 2013b). Este artigo menciona que os clientes têm direito à qualidade de serviço segundo os níveis presentes no regulamento de qualidade de serviço e os estabelecidos contratualmente com o seu comercializador, através de padrões de qualidade de serviço e de compensações associadas ao incumprimento de padrões individuais.

### 4.3. Interrupções de curta duração

O objetivo principal deste trabalho é identificar as principais causas das interrupções CD na linha SGZ. A EDP Distribuição adotou a terminologia de “interrupção de curta duração” para a equivalente “interrupção breve” da Norma Portuguesa (NP) 50160:2010. Esta norma define interrupção breve como não tendo uma duração superior a 3 minutos, provocada por um defeito transitório.

Por ser causada por um defeito fugitivo, a identificação da sua causa torna-se uma tarefa geralmente difícil de concretizar. Contudo, é possível identificar por vezes padrões, como padrões horários, semanais ou sazonais, que poderão conduzir à identificação das suas causas e/ou origem de localização do defeito.

Nesta linha, que é alvo de falhas no fornecimento de energia com alguma regularidade, e numa primeira análise das interrupções ocorridas, tentou-se detetar um modelo que permitisse associar a algum fator externo à rede e que fosse uma possível causa das mesmas.

Para isso, procedeu-se primeiramente a um levantamento de todas as interrupções de curta duração registadas através de relatórios da Condução e bases de dados da empresa, realizando-se o seu somatório para perceber se seriam mais de 10 por mês. Posteriormente, analisaram-se as interrupções, começando-se pelos dias da semana e horas em que ocorreram. Na Tabela 4.3 consta o resumo mensal de interrupções registadas ao longo de 2014, e na Tabela 4.4, os dias e horas em que foram detetadas com indicação dos feriados, para melhor compreensão da mesma.

Tabela 4.3 – Resumo mensal de interrupções CD registadas no ano de 2014 até final do mês de julho.

Instalação	Painel	Interrupções de curta duração							
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	TOTAL
Subestação Senhora da Graça	Zebreira	12	9	4	3	4	8	2	42

Tabela 4.4 – Calendário de interrupções CD até final do mês de julho de 2014 com indicação das horas em que ocorreram.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho
Ter	-	-	-		-	-	
Quar	15:54	-	-		-	-	
Quin		-	-			-	05:45
Sex		-	-			-	
Sáb	14:36		09:08		08:15	-	
Dom	10:35		06:45			22:48	20:34
Seg	09:10	08:54			10:56	05:44	
Ter	12:40						
Quar	14:15				04:55		
Quin		13:58		20:10			
Sex							
Sáb		07:49					
Dom		18:21					
Seg	12:18						
Ter	08:11						
Quar							
Quin							
Sex		08:09					
Sáb	08:14						
Dom			06:33	06:21			
Seg							
Ter	10:27/14:17					22:38	
Quar							
Quin		15:43		10:30		23:18/23:48	
Sex		22:49				00:14	
Sáb		09:23					
Dom							
Seg		13:51					
Ter			09:57		05:23		
Quar						07:33	
Quin				-			
Sex	07:56			-			-
Sáb	-	-		-			-
Dom	-	-		-	-		-

Aparentemente, não existe um padrão semanal das interrupções CD registadas na linha SGZ ao longo do ano de 2014, surgindo a qualquer dia da semana. Quanto a um padrão horário, verifica-se maior preponderância para o período diurno.



Além do padrão horário que se registou, poderia existir um padrão sazonal. Por essa razão, procedeu-se ao levantamento do número de interrupções por mês para um período de 4 anos (Tabela 4.5). Verifica-se que os meses com maior número de interrupções CD são novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, começando a surgir em outubro e a reduzir em fevereiro/março. Além do mais, todos os anos são registadas em número elevado:

- No ano de 2011, registaram-se 93;
- Em 2012, 98 interrupções;
- Em 2013, a linha MT sofreu 135 interrupções CD;
- Este ano já haviam sido registadas 41 interrupções.

Tabela 4.5 – Interrupções CD na linha SGZ registadas entre 2011 e 2014.

Ano	Meses												TOTAL
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
2011	16	9	19	11	3	3	2	2	2	6	14	6	93
2012	1	5	1	1	2	3	2	-	3	7	27	46	98
2013	38	27	9	4	2	3	3	1	1	13	22	12	135
2014	12	9	4	3	4	7	2						41

#### 4.3.1. Indicador de qualidade de serviço para interrupções de curta duração

Uma vez que se têm verificado interrupções neste e noutros anos, achou-se pertinente verificar o seu impacto ao longo do presente ano na linha e no sistema de distribuição de energia da EDP a nível nacional. Para além disso, desde 2013 passou a ser utilizado um novo indicador de continuidade de serviço da linha, diretamente relacionado com as interrupções de duração inferior a 3 minutos, justificado pela existência de clientes sensíveis, cujo processo produtivo pode ser afetado por uma interrupção de energia, mesmo que breve.

Na rede de média tensão, o indicador a ser calculado para interrupções CD é o MAIFI MT (*Momentary Average Interruption Frequency Index* – frequência média das interrupções breves). Segundo o Artigo 20.º do RQS (ERSE, 2013b), representa o número médio de interrupções breves verificadas na rede MT, nos pontos de entrega (PTD ou PTC), num determinado período de tempo estabelecido, trimestre ou ano civil (ERSE, 2013b, Procedimento n.º 4):

$$MAIFI\ MT = \frac{\sum_{j=1}^k BI_{jMT}}{k} \quad (1)$$

Onde:

$BI_{jMT}$  – número de interrupções breves nos PdE (PTD e PTC), no período considerado

$k$  – quantidade total de PdE da rede de distribuição MT

Foi solicitado a trabalhadores da empresa o valor do indicador de qualidade de serviço desta linha correspondente a interrupções de curta duração e, após cuidadosa análise e edição dos dados fornecidos, construiu-se a Tabela 4.6. Através desta tabela, conclui-se que, no total, deram-se cerca de 135 interrupções CD em 2013. Estas, traduziram-se num indicador MAIFI MT de 128 para os PdE instalados na linha e aproximadamente 0 para os PdE totais da EDP. Em relação ao ano de 2014, e até abril de 2014, data em que foram fornecidos estes dados, contabilizaram-se 28 incidentes, que corresponderam a uma frequência de quase 28 interrupções para os PdE da linha e em praticamente 0 para os pontos de entrega totais da EDP (Tabela 4.6).

Tabela 4.6 – Indicador de qualidade de serviço para interrupções CD, MAIFI MT, na linha de SGZ.

Ano	Quantidade de interrupções	MAIFI MT	
		SGZ	EDP Distribuição
2013	135	127,87	0,08
2014	28	27,75	0,02

#### 4.4. Interrupções de longa duração

A interrupção longa é definida pela NP 50160:2010 como tendo uma duração superior a 3 minutos, provocada por um defeito permanente. Na rede MT os indicadores a serem calculados para este tipo de interrupções são, de acordo com o Artigo 20.º do RQS (ERSE, 2013a), (ERSE, 2013b):

- TIEPI MT (tempo de interrupção equivalente da potência instalada), em minutos – corresponde ao tempo de interrupção equivalente, aplicável a interrupções longas, da potência instalada, num certo período de tempo estabelecido, trimestre ou ano civil (ERSE, 2013b, Procedimento n.º 4):

$$TIEPI\ MT = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^x DI_{ij} \times PI_j}{\sum_{j=1}^k PI_j} \quad (2)$$

Onde:

$DI_{ij}$  – duração da interrupção longa  $i$  no PdE  $j$ , em minutos.

$PI_j$  – potência instalada no PdE  $j$  (PTC ou PTD), em kVA.

$k$  – quantidade total de PdE da rede de distribuição (PTC e PTD).

$x$  – número de interrupções longas no PdEj.

- SAIFI MT (*System Average Interruption Frequency Index* – frequência média das interrupções) – representa o número médio de interrupções longas verificadas nos PdE (Ponto de Entrega) da rede de distribuição MT (PTD ou PTC), num determinado período de tempo estabelecido, trimestre ou ano civil (ERSE, 2013b, Procedimento n.º 4):

$$SAIFI\ MT = \frac{\sum_{j=1}^k FI_{jMT}}{k} \quad (3)$$

Onde:

$FI_{jMT}$  – número de interrupções longas nos PdE da rede de distribuição MT (PTD e PTC), no período considerado.

$k$  – quantidade total de PdE da rede de distribuição MT (PTC e PTD).

- SAIDI MT (*System Average Interruption Duration Index* – duração média das interrupções), em minutos – representa a duração média das interrupções longas verificadas nos PdE da rede de distribuição MT (PTD e PTC) num determinado período de tempo estabelecido, trimestre ou ano civil (ERSE, 2013b, Procedimento n.º 4):

$$SAIDI\ MT = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^x DI_{ijMT}}{k} \quad (4)$$

Onde:

$DI_{ijMT}$  – duração da interrupção longa  $i$  no  $PdE_j$  (PTD ou PTC), em minutos.

$k$  – quantidade total de PdE da rede de distribuição MT (PTC e PTD).

$x$  – número de interrupções longas no  $PdE_j$ , no período considerado.

- END (energia não distribuída), em MWh – representa o valor estimado da energia não distribuída, nos pontos de entrega, devido a interrupções longas (ERSE, 2013b, Procedimento n.º 4):

$$END = \frac{TIEPI\ MT \times ED}{T} \quad (5)$$

Onde:

TIEPI MT – tempo de interrupção equivalente da potência instalada na rede MT, em horas.

ED – energia distribuída à rede de MT do operador da rede de distribuição, em MWh, calculada a partir da energia entregue pelo operador da rede de transporte e pelos produtores ligados às redes de distribuição, deduzida dos consumos dos clientes ligados à rede de AT.

$T$  – período de tempo considerado, em horas.

Após pedido a trabalhadores de outro departamento dos dados correspondentes a indicadores de qualidade de serviço da linha MT de Senhora da Graça-Zebreira respeitantes a interrupções de longa duração e, depois de estudo e edição dos mesmos, construiu-se a Tabela 4.7. Os dados correspondentes são válidos até abril de 2014, altura em que foram solicitados. Através Tabela 4.7, conclui-se que em 2013 se deram 5 interrupções e em 2014 não houve registo até essa altura:

- Os 5 incidentes detetados em 2013 deram origem a cerca de 230 minutos de interrupção equivalente (quase 4 horas de interrupção) para a potência instalada e afetada, que correspondeu a cerca de 0,05 minutos para a rede geral da EDP.
- O indicador de serviço, SAIFI, que representa o número médio de interrupções longas verificadas nos pontos de entrega da rede de distribuição MT (PTD e PTC) em, neste caso, um ano, corresponde a 4 interrupções anuais para os postos de transformação (PTs) instalados e afetados na linha e 0 para a rede da EDP Distribuição.
- O indicador SAIDI, representando a duração média das interrupções longas verificadas nos PTD e PTC da rede de média tensão num ano, sendo de 243 minutos (pouco mais de 4 horas) por ano para a linha SGZ e de 0,15 minutos para a rede de distribuição da EDP Distribuição.

Tabela 4.7 – Indicadores de qualidade de serviço para interrupções de longa duração na linha de SGZ e respetivos padrões.

Ano	Quantidade de interrupções	TIE MT (minutos)		SAIFI MT		SAIDI MT (minutos)	
		SGZ	EDP Distribuição	SGZ	EDP Distribuição	SGZ	EDP Distribuição
2013	5	230,63	0,05	4,36	-	243,45	0,15
2014	-	-	-	-	-	-	-

## 4.5. Conclusão

Neste capítulo foram abordados pontos específicos do Regulamento de Qualidade de Serviço, nomeadamente, o número e duração de interrupções de fornecimento, com o intuito de compreender se as interrupções detetadas na linha teriam um grande impacto na rede de distribuição da EDP e se estariam dentro dos níveis exigidos pela Entidade Reguladora de Energia, ERSE.

Após consulta do Regulamento de Qualidade de Serviço (ERSE, 2013a), publicado pela ERSE, concluiu-se que existem indicadores e padrões de qualidade de serviço que podem ser:

- Individuais – quando se referem a cada uma das instalações elétricas dos PdE, incluindo clientes. Devem ser calculados como indicadores individuais da continuidade de serviço:
  - Número de interrupções;
  - Duração total das interrupções, em minutos.

Estes também são definidos como padrões anuais para os indicadores individuais, não devendo ser excedidos por ano e por cliente e são calculados através do agrupamento em zonas de qualidade de serviço, sendo que a qualidade de serviço tem em conta a dimensão populacional. As zonas de qualidade de serviço vão de A a C, sendo a zona A a mais populosa e a C, a com menos população.

- Gerais – quando se referem à rede ou zona de rede explorada por um operador de rede de distribuição (...). Os indicadores gerais são: TIEPI MT, SAIFI MT, SAIDI MT, END e MAIFI MT e são calculados globalmente e por zona de qualidade de serviço. Os padrões anuais calculados para caracterização do desempenho são o SAIFI MT e o SAIDI MT.

Foram solicitados a colaboradores da empresa os indicadores de continuidade de serviço SAIDI MT, SAIFI MT, TIEPI MT, END MT e MAIFI MT respeitantes à linha em estudo e que têm em conta a duração das interrupções. Os primeiros quatro indicadores referem-se unicamente a interrupções de longa duração e o indicador MAIFI MT refere-se a interrupções CD.

A região alimentada pela linha SGZ tem 1604 clientes. Tendo em conta a sua localização geográfica, enquadra-se numa zona de qualidade de serviço C. A partir deste dado, sabe-se quais os limites para os indicadores de serviço que devem ser respeitados na caracterização de desempenho. Assim, são definidos padrões anuais para os indicadores gerais SAIDI e SAIFI, que estão disponíveis para consulta na Diretiva n.º 20/2013, em “Parâmetros de Regulação da Qualidade de Serviço do sector elétrico”. Nesta diretiva, refere-se que o indicador de serviço SAIFI deve ser inferior a 7 interrupções, pelo que está dentro dos limites determinados pela ERSE, com 0 interrupções tanto para 2013 como para 2014; e que o indicador SAIDI deve ser inferior a 7 horas, pelo que também

fica dentro do intervalo estipulado para os anos de 2013 e 2014, com 0,15 minutos para o ano de 2013 e 0 minutos para o ano de 2014.

A Diretiva n.º 20/2013 também refere valores limites para os padrões individuais, através do número de interrupções longas e a sua duração máxima, indicadores individuais da linha. O limite máximo de interrupções longas para uma instalação numa operadora de rede da zona de serviço C é de 18 por ano, com uma duração máxima total de 12 horas. Logo, a linha SGZ, tanto no ano de 2013 como em 2014, o limite máximo do número de interrupções foi respeitado, com 5 e 0 interrupções respetivamente, assim como a sua duração máxima, com cerca de 4 horas no total para 2013.

O indicador END envolve aspectos particulares de informação que não são relevantes para este relatório, nomeadamente, energia não distribuída, características de consumo, etc., pelo que não é mencionado.

## 5. ANÁLISE DAS INTERRUPTÕES

Neste capítulo apresenta-se uma análise aprofundada das interrupções de curta e longa duração, no seguimento da área de manutenção de linhas aéreas de distribuição de energia de média tensão, mais especificamente, da linha de Senhora da Graça-Zebreira.

### 5.1. Manutenção

Segundo Farinha (2011), “a engenharia está presente na generalidade dos atos de manutenção, nas suas especialidades, designadamente eletrotécnica, eletrónica, mecânica, eletromecânica, mecatrónica, entre outras.”

A correta e atempada manutenção dos ativos das redes de distribuição de energia permite otimizar custo, disponibilizar equipamentos e melhorar a qualidade do serviço prestado, evitando problemas orçamentais. A manutenção proporciona uma contribuição essencial para a disponibilização de um determinado ativo.

Devido à sua importância, foi criada uma Norma Portuguesa NP EN 13306, Terminologia da Manutenção, onde são estabelecidas definições de manutenção e de gestão de manutenção, por forma a proporcionar melhor compreensão e formalizar as exigências a ela associadas.

A palavra “manutenção” é definida por esta norma como “combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de supervisão, durante o ciclo de vida de um item, destinadas a mantê-lo ou restabelecê-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida”. A NP EN 13306 distingue vários tipos de manutenção: preventiva e corretiva (Figura 5.1).

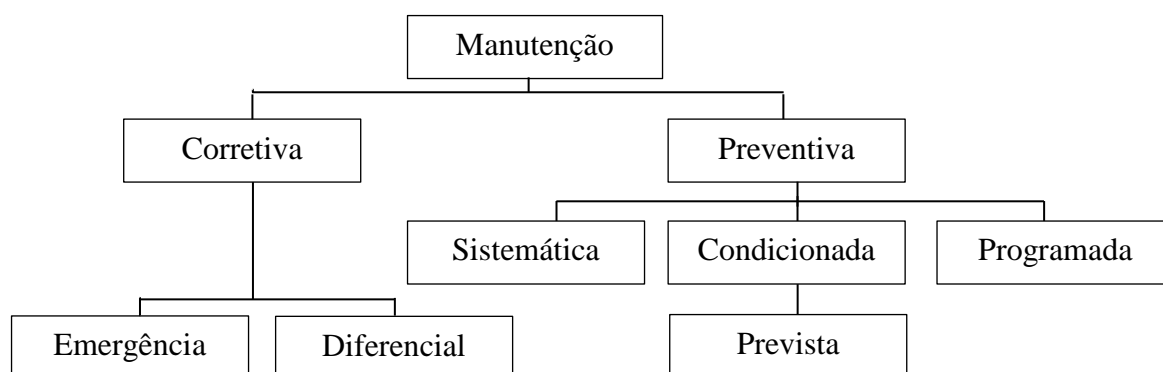


Figura 5.1– Tipos de manutenção segundo NP EN 13306.



A manutenção preventiva consiste na manutenção realizada com uma frequência predefinida. Tem o objetivo de reduzir a probabilidade de avaria ou deterioração do equipamento. A manutenção corretiva efetua-se após a deteção duma avaria, tendo como objetivo a reposição, o mais breve possível, das funções do equipamento. Na Tabela 5.1 apresentam-se as particularidades destes dois tipos de manutenção.

Tabela 5.1 – Particularidades dos dois tipos de manutenção (Assis, 2004).

<b>Tipo de manutenção</b>	<b>Tempo entre intervalos sucessivos</b>	<b>Duração</b>	<b>Previsível (planeável)?</b>
<b>Manutenção corretiva</b>	Aleatória	Aleatória	Em parte sim
<b>Manutenção preventiva</b>	Periódica ou fundação da degradação real	Em grande parte, pré-determinada, em parte aleatória	Sim

Assim, para manutenção preventiva sistemática, que é efetuada de acordo com um número previamente definido de unidades de utilização (por exemplo, peças produzidas ou horas de funcionamento) ou por períodos de tempo anteriormente definidos. As ações para linhas aéreas a realizar são: inspeção visual pelo solo; inspeção visual e termográfica; ensaio de medição de terras.

A manutenção preventiva condicionada baseia-se na supervisão do funcionamento do bem e em parâmetros desse funcionamento. Pode atuar-se a vários níveis para linhas aéreas, como por exemplo, na limpeza de faixas (corte e decote de árvores), marcação dos apoios, revisão de terras (melhoria), substituição de isoladores, etc.. A manutenção preventiva condicionada prevista resulta da previsão extrapolada da análise e avaliação de parâmetros significativos da degradação do bem.

Na manutenção corretiva, atua-se após a deteção duma avaria e destina-se a proporcionar a um bem um estado no qual possa executar uma função requerida. Está abrangida a localização e reparação de avarias definitivas, envolvendo as inspeções por disparo para deteção das causas associadas a avarias intermitentes, habitualmente eliminadas por religações automáticas ou manuais. A manutenção diferencial é executada algum tempo após a deteção da avaria, dentro das regras de manutenção, e a manutenção de emergência, é realizada logo após a deteção da falha de modo a evitar consequências inaceitáveis decorrentes da mesma.

Algumas das ações realizadas e mencionadas como exemplos, fazem parte do decreto regulamentar 1/92, de 18 de fevereiro: “Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão”. Este regulamenta a segurança das instalações elétricas, que se revestem de grande relevância, por consideração à vida humana, à atividade económica e à evolução tecnológica decorrente do aparecimento de novos materiais e equipamentos. Em

5.2. Interrupções de curta duração deste relatório, apresentam-se as medidas tomadas no âmbito de vários tipos de manutenção realizadas na linha alvo de caso de estudo.

## 5.2. Interrupções de curta duração

As interrupções CD, também conhecidas por interrupções breves, granjearam maior importância no ano de 2013 pelas razões apresentadas no capítulo 4. Indicadores e Padrões de Continuidade de Serviço da Linha. Para além das ações desenvolvidas pela EDP Distribuição para a eliminação deste tipo de incidentes, tornou-se ainda mais urgente a prevenção e identificação das causas dos incidentes ocorridos.

Após a primeira análise realizada, onde se constatou a existência de sazonalidade neste tipo de interrupções na linha SGZ, procedeu-se ao despiste das possíveis causas de interrupção. Esta análise foi suportada por:

- Ronda do local;
- Realização de oscilografias;
- Instalação de indicadores de passagem de defeito.

### 5.2.1. Ronda do local

O operador de rede efetua rondas às redes elétricas aéreas de média tensão bem como à região circundante, com o intuito de identificar causas de anomalias para estas redes e de situações potencialmente negativas. Na linha em estudo foram e são regularmente realizadas vistorias à zona com vista à identificação destes mesmos casos.

Verificou-se que ao longo dos anos a causa principal das interrupções breves na linha SGZ estaria relacionada com a avifauna que encontra na região um povoamento florestal favorável à sua alimentação e dormida.

Nesta zona, formam-se grandes bandos de estorninhos e pombos (bravos e torcazes) visto que os primeiros apreciam locais onde exista diversidade de vegetação e os segundos, utilizam os eucaliptais presentes na região como dormitório, que correspondem a cerca de 29% do povoamento florestal (Almeida, 2012), (CERVAS, 2012). Estas espécies são particularmente suscetíveis de causarem interrupções CD. Atingem o seu número máximo de indivíduos nos meses de inverno quando às aves autóctones se juntam as aves migratórias. Na Tabela 5.2 encontra-se um cruzamento entre a sua época de permanência na região com o número de interrupções CD registadas de 2011 a 2014.

Tabela 5.2 – Interrupções de curta duração, avifauna e época de permanência (BBC, 2014), (CERVAS, 2012), (Elias, 2013).

	Aves							Interrupções de curta duração			
	Estorninho			Pombo				Ano			
	Preto	Comum	Bando	Bravo	Torcaz		Bando	2011	2012	2013	2014
	Residente	Migratória		Residente	Residente	Migratória					
<b>Janeiro</b>	x	x	x	x	x	x	x	16	1	38	12
<b>Fevereiro</b>	x	x	x	x	x	x	x	9	5	27	9
<b>Março</b>	x			x	x			19	1	9	4
<b>Abril</b>	x			x	x			11	1	4	3
<b>Mai</b>	x			x	x			3	2	2	4
<b>Junho</b>	x			x	x			3	3	3	7
<b>Julho</b>	x			x	x			2	2	3	2
<b>Agosto</b>	x			x	x			2	-	1	
<b>Setembro</b>	x			x	x			2	3	1	
<b>Outubro</b>	x	x	x	x	x	x	x	6	7	13	
<b>Novembro</b>	x	x	x	x	x	x	x	14	27	22	
<b>Dezembro</b>	x	x	x	x	x	x	x	6	46	12	

### 5.2.2. Realização das oscilografias

Perante o exposto no capítulo 4 e em 5.2.1. Ronda ao local, na sequência das interrupções detetadas, foi proposta outra abordagem de identificação de áreas de origem dos incidentes e, nesse sentido, a realização de uma análise de oscilografias à linha de SGZ. Segundo Hartman e Braun (ABB, 2007), a oscilografia consiste num registo de “forma de onda das três correntes e três tensões”. Quando ocorre um defeito, este tipo de estudo permite um estudo das suas características. De acordo com os mesmos autores, há várias maneiras possíveis de causar o disparo de uma oscilografia, nomeadamente:

- Nível mínimo ou máximo de valor eficaz (RMS – *root mean square*);
- Pico de  $dV/dt$  ou  $dA/dt$ ;
- Entrada Digital e um comando Modbus.

Com a informação obtida por este meio, conseguiram-se restringir as áreas de origem de defeitos ocorridos entre 31 de outubro de 2013 e 17 de novembro de 2013 (Figura 5.2). Todos os defeitos neste período foram bifásicos sem envolver a terra, correspondendo a um defeito fase-fase.

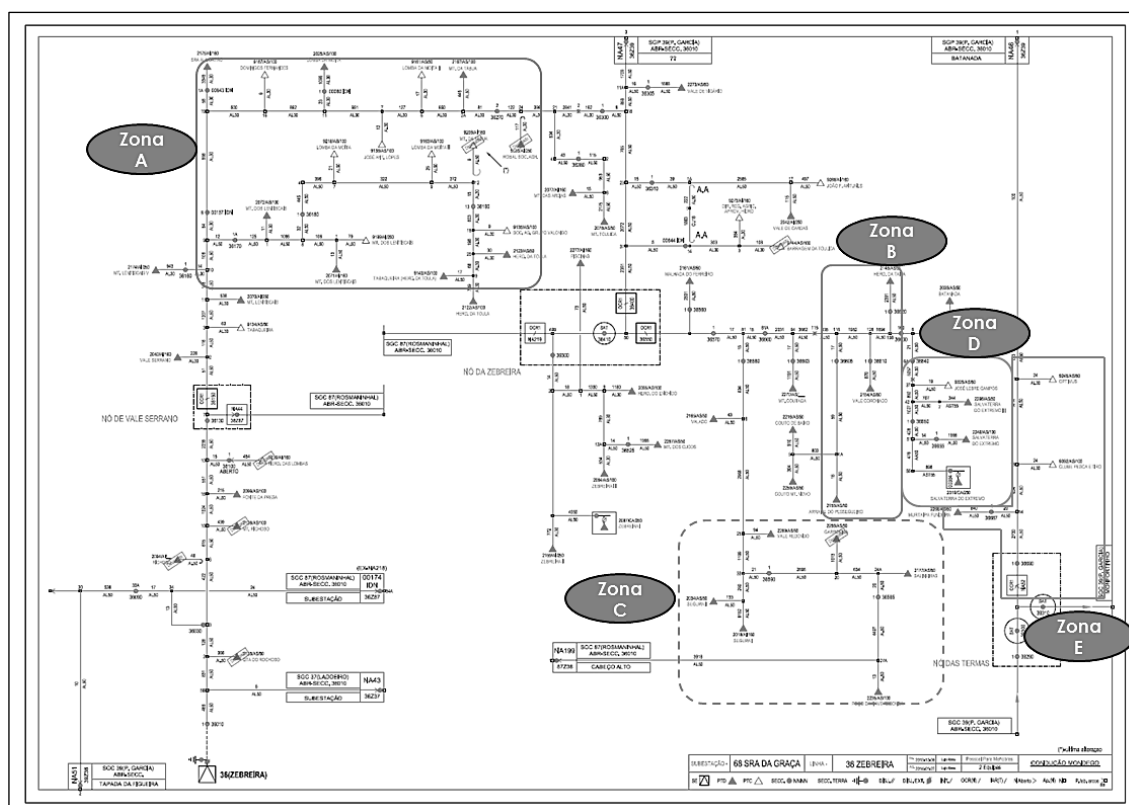


Figura 5.2 – Esquema unifilar da linha SGZ com as zonas originárias de defeito indicadas pelas oscilografias realizadas.

Na Tabela 5.3 constam as horas, dias e zonas em que os defeitos ocorreram. Nos restantes dias correspondentes ao intervalo de tempo, entre 31 de outubro de 2013 e 17 de novembro de 2013, não foram detetados defeitos. Ocorreram em:

- Nos dias 2, 4 e 7 de novembro foram originados em zonas distintas da linha;
- Nos dias 2 e 4 desse mês foram assinaladas as regiões B, D e E, surgindo primeiro na zona B;
- Na maioria dos dias em que ocorreram defeitos na zona indicada com a letra B, ocorreram também defeitos nas zonas indicadas com as letras D e E.

Tabela 5.3 – Regiões identificadas nas oscilografias e horas em que ocorreram defeitos.

		Zona identificada nas oscilografias				
		A	B	C	D	E
Dia de interrupção (2013)	31-Out	15:30				
	02-Nov		7:46	7:46	8:09	8:09
	04-Nov		14:16	14:16	13:24	13:24
	07-Nov	14:27			8:04	8:04
	08-Nov				7:50	7:50
	17-Nov		7:34	7:34		

Pelos dados recolhidos nas oscilografias constantes na Tabela 5.3, verifica-se uma prevalência nas zonas B, C, D e E. A origem mais provável de defeitos corresponderá à zona B e C por aí terem surgido primeiramente, quando comparados com as zonas D e E.

Através de um cruzamento de dados das inspeções à rede elétrica e áreas envolventes, análises dos dados das oscilografias, estudos da avifauna realizados e a longa experiência na configuração e performance das redes de distribuição, conduziu à correlação entre os incidentes ocorridos e a vivência de avifauna. Os grandes bandos, que podem atingir milhares de indivíduos, poisam nos condutores da linha provocando o seu sobrealongamento e oscilação ao levantarem voo o que, se for numa armação em galhardete, causará defeitos fase-fase, pois duas das suas três fases se encontrarem no mesmo plano vertical (Figura 5.3).

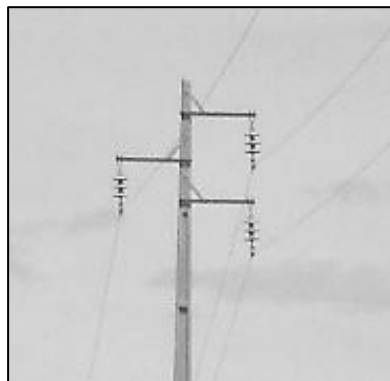


Figura 5.3 – Armação em galhardete.

Confrontando o tipo de armações das áreas assinaladas pelas oscilografias com o comprimento da linha (Tabela 5.4), podem-se retirar as seguintes conclusões:

- A zona A apresenta o segundo maior comprimento de linha, tendo uma maioria de armações em triângulo (TAL e TAN);
- A zona B tem um predomínio de armações em galhardete;
- A zona C tem maior o comprimento de linha das regiões assinaladas nas oscilografias, com 100 armações das quais 65 são em GAL e 23 em GAN;
- As zonas D e E apresentam uma maioria de armações em galhardete (GAL e GAN), correspondendo no seu total a cerca de 28% do comprimento de linha assinalado nas oscilografias.

Tabela 5.4 – Comprimento dos troços de linha e tipo de armações de acordo com as zonas assinaladas nas oscilografia.

Apoio	Quantidade	(%)	Armação	Zona de oscilografia					TOTAL
				A	B	C	D	E	
Galhardete	235	62%	GAL	10	21	65	28	28	41%
			GAL1	0	15	0	0	0	4%
			GAN	10	12	23	10	4	16%
			GRF	-	-	-	2	-	1%
Esteira horizontal	44	12%	HPT	-	3	3	2	2	6%
			HRF	2	-	1	4	2	2%
			HRFSC	4	1	2	1	-	2%
			HSC	2	2	-	1	1	2%
Triângulo	80	21%	TAL	50	-	-	7	-	15%
			TAN	21	-	-	1	-	6%
			TRF	1	-	-	-	-	0%
Esteira vertical	16	4%	VAN	2	-	2	-	-	1%
			VAL	2	-	-	-	-	1%
			VFL	-	-	-	-	-	1%
			VRF	-	4	2	-	3	2%
Pórtico	5	1%	PRF	104	3	2	-	-	1%
Comprimento			(metros)	13 136	7 516	19 924	9 849	5 748	56 172
			(%)	23%	13%	35%	18%	10%	100%

Constatou-se então, que os troços da linha onde há maior número de armações do tipo galhardete têm maior probabilidade de estarem relacionadas com interrupções. Perante o exposto e corroborado pela análise dos dados, foram alteradas várias armações, de GAL para galhardete para alinhamento tipo 1 (GAL1) e de GAN para galhardete para ângulo tipo 1 (GAN1), e colocaram-se dispositivos de proteção de avifauna, num ramal da zona B. As armações GAL1 e GAN1 têm os braços inferiores mais alongados comparativamente às suas precedentes, permitindo que as fases no mesmo plano vertical não coincidam. Este facto contribuiu grandemente para a diminuição do número de interrupções CD, tendo-se passado de 154 interrupções CD em 2012/2013 para 72 em 2013/2014, no mesmo período homólogo, correspondendo a uma diminuição de 47% (Tabela 5.5).

Tabela 5.5 – Comparação do número de interrupções CD para os períodos inverniais de 2012/2013 e 2013/2014.

DATA	Out/12	Nov/12	Dez/12	Jan/13	Fev/13	Mar/13	TOTAL
N.º interrupções 2012/2013	7	27	46	39	26	9	154
N.º interrupções 2013/2014	13	22	13	12	9	4	73
DATA	Out/13	Nov/13	Dez/13	Jan/14	Fev/14	Mar/14	TOTAL

### 5.2.3. Flites

O Flite é um equipamento monofásico utilizado para indicar a passagem de defeitos na rede elétrica MT aérea. Quando surge um defeito, todos os aparelhos localizados entre a subestação e o troço da linha onde surgiu o problema irão sinalizar o súbito aumento de corrente e a queda de tensão associada e emitirão um sinal luminoso intermitente.

A detecção de curto-circuito é feita através de sensores de campos elétrico e magnético: à tensão está associado um campo elétrico e à passagem de corrente está associado um campo magnético. Se um sensor de campo magnético detetar um aumento súbito, significa que passou corrente de defeito nesse ramal da linha. Ao aumento do valor do campo magnético poderá estar ou não associada uma queda de tensão; se existir uma queda de tensão, significa que o defeito passou por esse local e o valor do campo elétrico irá diminuir sendo esta diminuição detetada pelo sensor. Logo, o indicador de passagem de defeito indica que ocorreu um defeito nessa porção de linha em que está colocado quando à diminuição de campo elétrico se associa o aumento de campo magnético (queda de tensão com aumento do valor da corrente).

O defeito tem origem no local entre o primeiro indicador instalado que emite o sinal luminoso e o primeiro que não indica o defeito (Figura 5.4). Deste modo, consegue-se sinalizar visualmente a existência de um curto-circuito.

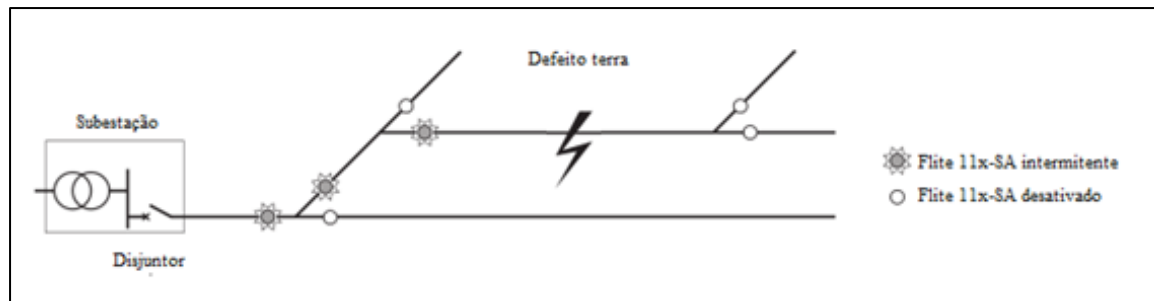


Figura 5.4 – Padrão de detecção de defeito (Schneider Electric).

Os indicadores de passagem de defeito podem provir de várias marcas e fabricantes. Os instalados na linha, são da marca Schneider Electric estando dotados de (Schneider Electric):

- Dois sensores: um para detecção de média tensão e outro para medição de corrente;
- Um módulo de rádio de curta distância;
- 8 LEDs de alta intensidade para visualização local e teste;
- Molas em garra para o segurar ao condutor MT;
- Uma bateria de lítio substituível.

Os Flites são colocados a, pelo menos, 5 metros do apoio da linha aérea MT de forma a não perturbar a detecção de campo magnético (Schneider Electric). Devem ser posicionados em locais estratégicos como, por exemplo, no início de cada derivação da linha aérea e junto a órgãos de corte manuais. Para além disso, a Sicame Group recomenda que se coloquem os indicadores de passagem de defeito em locais acessíveis para fácil instalação, boa visualização luminosa e optimização da gestão de rede a analisar, nomeadamente em locais de difícil acesso. Devem-se ter em conta as várias condições para a sua instalação, tais como (Sicame Group):

- A frequência de interrupções;
- Tipo de consumidores;
- Número de clientes;
- Acessibilidade, etc..

Para maximizar as vantagens da sua utilização, Sicame Group sugere que se combinem indicadores locais (não comunicantes) com indicadores remotos (comunicantes) para alguns tipos de rede. Cada unidade é colocada com o auxílio de uma vara isolada diretamente na linha (com ou sem carga), estando na Figura 5.5 exemplificada a colocação de Flites numa linha em tensão. Os Flites podem ser usados em redes com uma tensão fase-fase de 7 a 69 kV, corrente de carga até 630 A e frequência de 50 Hz, existindo a possibilidade de serem solicitados outros valores à empresa fabricante.



Figura 5.5 – Colocação de Flites numa linha MT aérea utilizando uma vara isolada.



Quando colocados num cabo nu, adaptam-se automaticamente às características da linha, tanto em frequência como em tensão, estando na Figura 5.6 o Flite 116-SA.

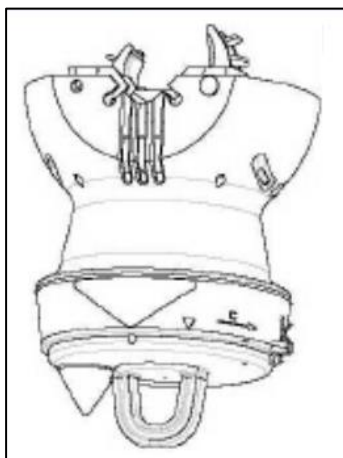


Figura 5.6 – Flite 116-SA (Schneider Electric).

Há vários modelos de Flites disponíveis no mercado e, a cada conjunto de Flites, de 1 a um máximo de 9 unidades, está associado uma unidade G200, através da qual é possível fazer a configuração dos mesmos (Schneider Electric). Quando um dos Flites deteta um curto-circuito, envia alarmes para o G200 por sinal rádio. A EDP utiliza na linha em estudo o modelo G2GF do dispositivo G200 (Figura 5.7), de tamanho médio abastecido por painel solar sem sistema de aquecimento. E através deste é possível fazer a configuração do Flite 116-SA.



Figura 5.7 – Dispositivo G200, modelo G2GF (Schneider Electric).

Segundo Schneider Electric, a unidade G200, alimentada por uma fonte externa de energia (bateria ou painel solar), tem várias funções, nomeadamente:

- Comunicar com os Flites 116-SA via bidirecional por ondas rádio;
- Monitorizar por indicação remota e/ou apresentação local as seguintes informações:
  - Caminho da corrente de curto-circuito;
  - Perda média de tensão/sinal de alarme;
  - Valor médio da corrente na linha;
  - Média de valores de tensão;
  - Aviso de bateria dos Flites;
  - Aviso de falha de comunicação com os Flites.
- Comunicação com a unidade de controlo supervisora remota:
  - Utilização do protocolo DNP 3.0;
  - Gestão da informação de comunicação dos aparelhos.
- Gravação de eventos registados à medida que ocorrem. Pode-se fazer o *download* destes eventos no próprio local para um portátil através de ligação local. Neste estudo, a unidade G200 efetuava diariamente comunicação com uma aplicação remota para a qual enviava os eventos ocorridos nas últimas 24 horas;

De acordo com Sicame Group, os indicadores de passagem de defeito permitem reduzir o tempo despendido para encontrar o local de origem do defeito. Após este ter sido detetado, os indicadores remotos colocados nos locais onde ocorre, enviam uma mensagem para uma unidade remota (Sicame Group). Através desta informação, a pessoa responsável consegue perceber onde está o local da falha e pode criar secções de modo a restringir a área a pesquisar.

Consegue-se assim, uma melhor qualidade de serviço da linha através da diminuição do tempo de interrupção pela mais rápida identificação do local origem da avaria e/ou redução da zona a pesquisar, conduzindo à possível reposição de áreas de alimentação. Para além deste benefício, também há que ter em conta (Schneider Electric, 2011), (Sicame Group):

- Melhoria da imagem da empresa;
- Redução da utilização de seccionadores e de OCRs para localização do local de falha;
- Diminuição do desgaste provocado por ciclos de religamento que causam de stress nos aparelhos envolvidos;
- Redução de tempo de resposta sem que seja necessário aumentar o número de pessoal.

#### 5.2.4. Flites instalados na linha de Senhora da Graça-Zebreira

Dadas as vantagens decorrentes da utilização dos Flites e ao grande comprimento da linha SGZ, foram colocados alguns do modelo 116-SA numa tentativa de segmentar os ramais ou troços que estivessem na origem das interrupções (Tabela 5.6 e Figura 5.8), estando programados para (Anexo E):

- Um valor de  $di/dt$  de 12 A;
- Corrente máxima ( $I_{\text{máx}}$ ) de 100 A;
- Auto reset de 30 segundos;
- Duração de sinal luminoso de 2 horas;
- Inrush de 3 segundos.

Tabela 5.6 – Objetivo de colocação de Flites com respetivas datas de instalação e remoção em 2013.

Data de instalação	Data de remoção	Local de instalação de Flites	N.º de grupo	N.º G200	N.º de Flites	Objetivo	Nota
19-nov	28-nov	Entre seccionador 36570 e apoio 81	1	1	3	Identificar se defeito provém de montante	Transferido para apoio 18 a 28-nov
19-nov	28-nov	Entre seccionador 36580 e apoio 81			3	Identificar se defeito provém de ramal de Segura/Valado/V. Redondo/Salineiras/P. Nava Redonda	Transferido para apoio 18 a 28-nov
19-nov	---	Entre seccionador 36630 e apoio 6	2	1	3	Identificar se defeito provém de montante	Continuam instalados
22-nov	---	Entre seccionador 36640 e apoio 6			3	Identificar se defeito provém de ramal de Salvaterra de Extremo	Continuam instalados
28-nov	---	Entre apoio 18 e apoio 14	1	1	3	Identificar se defeito provém de montante	Continuam instalados
28-nov	---	Entre apoio 18 e PTC de Clube de Tiro			3	Identificar se defeito provém da zona do Clube de Pesca e Tiro	Continuam instalados

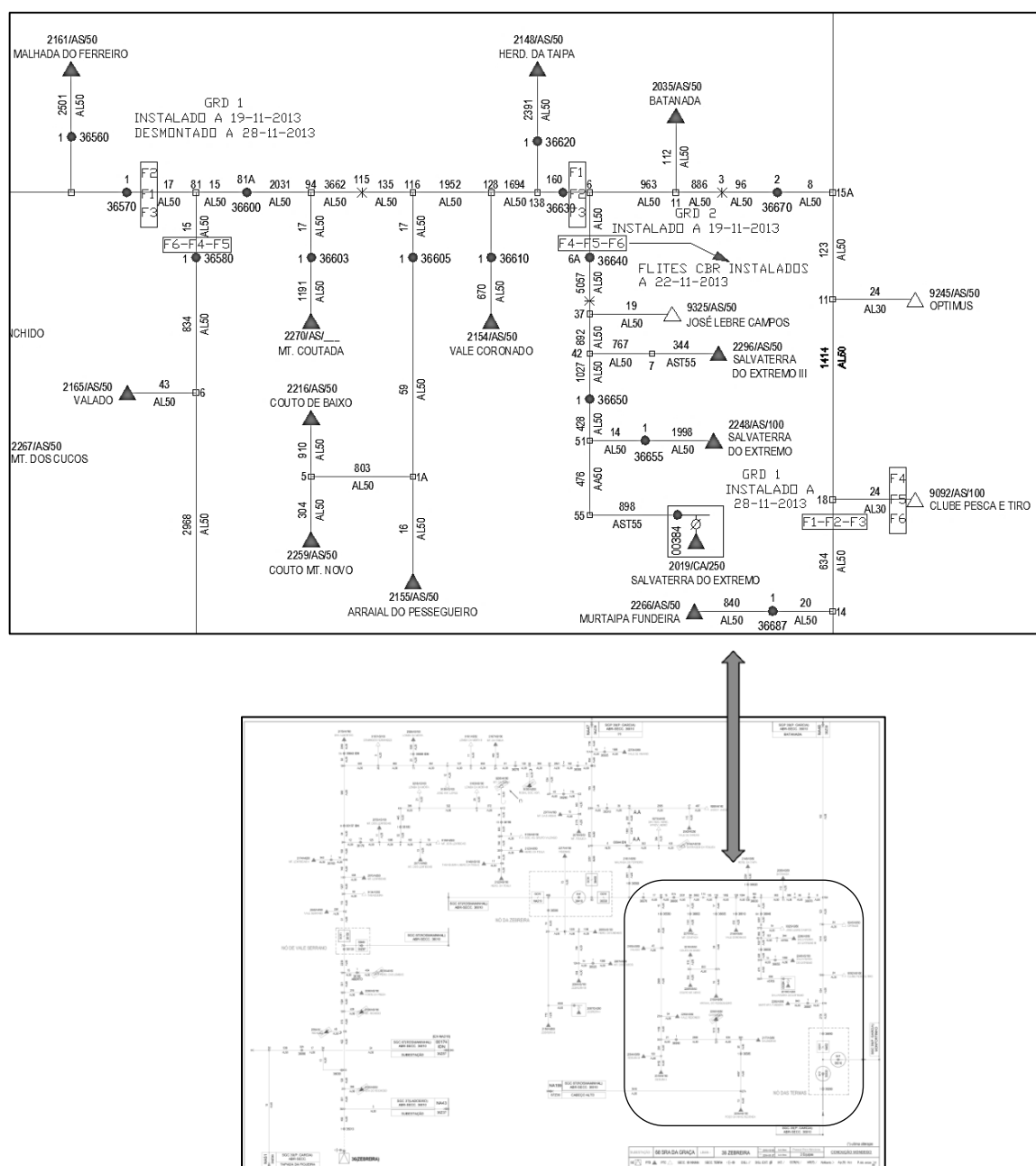


Figura 5.8 – Localização de Flites e respetivas datas de colocação e remoção na linha SGZ.

Entre os dias 20 e 26 de novembro de 2013, quando foram colocados os dois primeiros grupos de Flites, registaram-se várias interrupções CD, apresentadas na Tabela 5.7. A Tabela 5.7 resulta de um cruzamento entre as interrupções detetadas pelas Flites e uma base de dados da EDP Distribuição. Estes aparelhos detetaram 19 eventos salientando-se que, normalmente:

- O grupo 1 registou os eventos pelos Flites F1 e F2, ou só pelo Flite F2;
- O grupo 2 indicou pelo Flite F2 não tendo os outros Flites detetado defeitos.

Tabela 5.7 – Interrupções detetadas pelos sistemas instalados na EDP Distribuição e pelos Flites em 2013.

Data	Base de dados de interrupções EDP	Deteção por Flites	N.º Flite	Grupo
20-11-2013	07:27	7:25 $I_{\text{máx}}$	F1/F2	GRD1
		7:25 $I_{\text{máx}}$	F2	GRD2
	07:31	7:29 $I_{\text{máx}}$	F1/F2	GRD1
		7:29 $I_{\text{máx}}$	F2	GRD2
	08:36	8:33 $I_{\text{máx}}$	F1/F2	GRD1
		8:33 $I_{\text{máx}}$	F2	GRD2
21-11-2013	--	8:54 $I_{\text{máx}}$	F1/F2	GRD1
	--	8:54 $I_{\text{máx}}$	F2	GRD2
22-11-2013	08:57	8:55 $I_{\text{máx}}$	F2	GRD1
		8:55 di/dt	F2	GRD2
23-11-2013	15:25	15:23 $I_{\text{máx}}$	F2	GRD1
		15:23 $I_{\text{máx}}$	F2	GRD1
24-11-2013	07:48	7:46 $I_{\text{máx}}$	F2	GRD1
		7:46 $I_{\text{máx}}$	F2/F4	GRD2
	08:01	7:59 $I_{\text{máx}}$	F2	GRD2
26-11-2013	15:57	15:55 $I_{\text{máx}}$	F1/F2	GRD1
		15:55 $I_{\text{máx}}$	F2	GRD2
	17:01	16:59 $I_{\text{máx}}$	F1/F2	GRD1
		16:59 $I_{\text{máx}}$	F2	GRD2

Por esta razão, acredita-se que as causas das interrupções correspondentes ao período de 20 e 26 de novembro de 2013 estariam situadas entre os locais onde foram postos, no troço principal da linha (Figura 5.9, canto superior esquerdo). A região que assinalou defeitos por parte dos indicadores de passagem de defeito no ano de 2013 corresponde principalmente, à zona B referida nas oscilografias (Figura 5.9, canto superior direito).

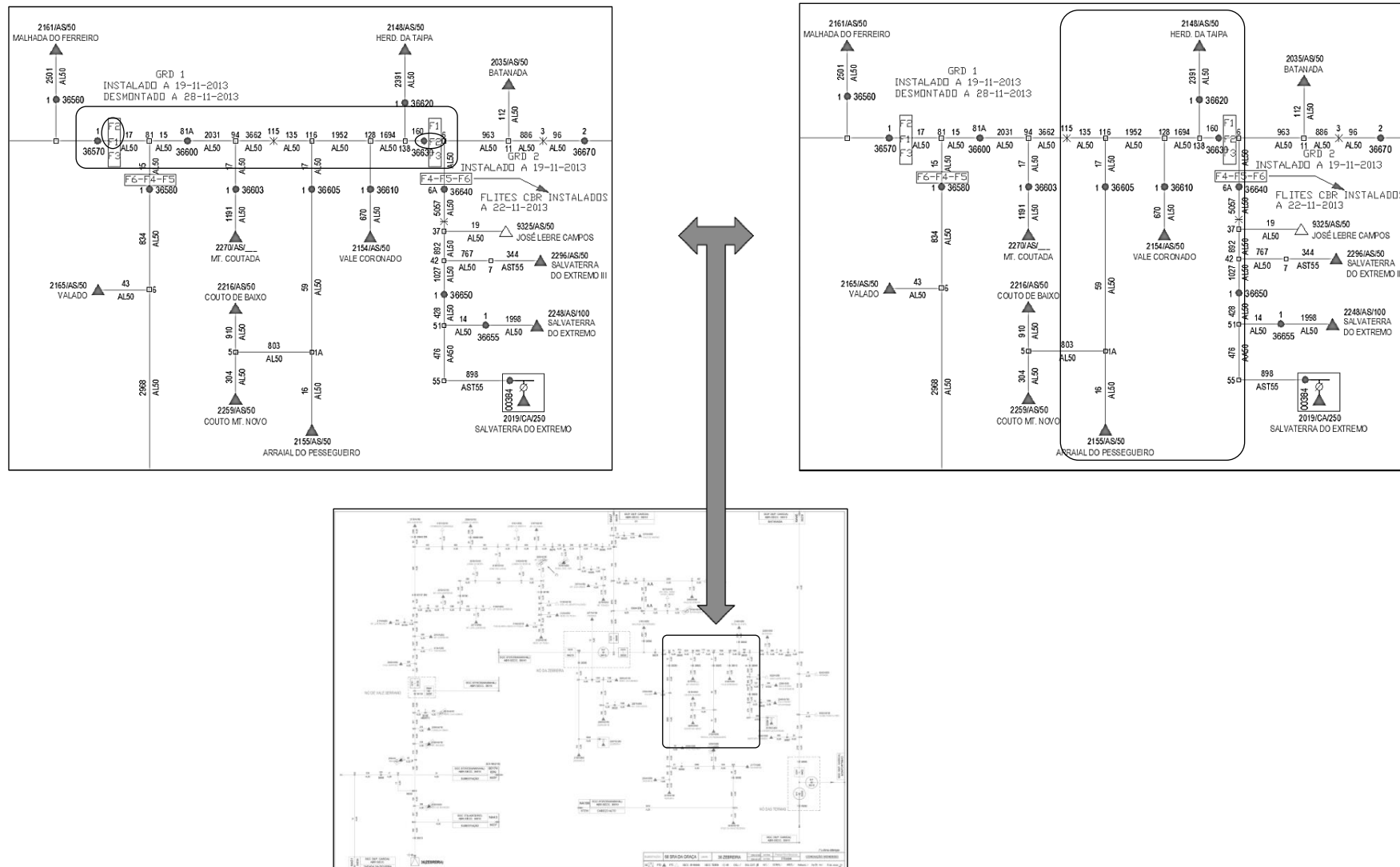


Figura 5.9 – Localização provável da origem dos defeitos detetados em novembro de 2013 e zona B da oscilografia no esquema unifilar da linha SGZ.

Esta região, que registou defeitos por parte dos Flites e apresentada na Figura 5.9, tem predominância de armações em galhardete (Tabela 5.8), chegando-se a esta conclusão por um levantamento realizado. Crê-se que será por esta razão que o grupo 1 detetou os defeitos nos Flites F1 e F2, colocados nas fases do mesmo plano vertical, no mês de novembro de 2013.

Tabela 5.8 – Armações presentes na região assinalada nas oscilografias com a letra B.

<b>Apoio</b>	<b>Total (%)</b>	<b>Armação</b>	<b>Total</b>
<b>Galhardete</b>	79%	<b>GAL</b>	21
		<b>GAL1</b>	15
		<b>GAN</b>	12
		<b>GRF</b>	-
<b>Esteira horizontal</b>	10%	<b>HPT</b>	3
		<b>HRF</b>	-
		<b>HRFSC</b>	1
		<b>HSC</b>	2
<b>Triângulo</b>	0%	<b>TAL</b>	-
		<b>TAN</b>	-
		<b>TRF</b>	-
<b>Esteira vertical</b>	7%	<b>VAN</b>	-
		<b>VAL</b>	-
		<b>VFL</b>	-
		<b>VRF</b>	4
<b>Pórtico</b>	5%	<b>PRF</b>	3

Apesar de existirem interrupções CD registadas na base de dados da EDP Distribuição, a partir de dia 26 de novembro de 2013, altura em que os Flites do grupo 1 foram mudados de localização, deixou de haver registo por parte dos indicadores de passagem de defeito instalados até dia 14 de janeiro de 2014 (quase dois meses de diferença).

Pela análise destas interrupções, constantes na Tabela 5.9, supõe-se que tenham origem no ramal de Salvaterra do Extremo uma vez que só o grupo 2, localizado neste ramal, detetou os defeitos (Figura 5.10). A exceção dá-se a dia 9 de fevereiro, quando uma interrupção foi detetada praticamente ao mesmo tempo no ramal do Clube de Pesca e Tiro e no ramal de Salvaterra do Extremo. Sobre este defeito, assinalado a dia 9, não é possível retirar conclusões uma vez que nesta altura, o grupo de Flites que estava colocado a montante já havia sido deslocado para a região do Clube de Pesca e Tiro. Contudo, supõe-se que nesse dia, tenha surgido novamente um defeito no troço principal da linha.

A localização provável da origem dos defeitos em 2014 está assinalada com um retângulo na Figura 5.10 após a deslocação do grupo 1 para o Clube de Pesca e Tiro e, nesta mesma figura, está também apresentada a zona D das oscilografias realizadas.

Tabela 5.9 – Interrupções CD detetadas pelos Flites instalados na linha SGZ em 2014.

Data	Base de dados de interrupções EDP	Deteção por Flites	N.º Flite	Grupo
14/01/2014	-	8:35 Imax	F4/F6	GRD2
18/01/2014	08:14	8:12 Imax	F2/F4	GRD2
31/01/2014	07:56	07:55 Imax	F2/F4/F6	GRD2
09/02/2014	18:21	18:19 Imax	F6	GRD2
		18:20 Imax	F5	GRD1

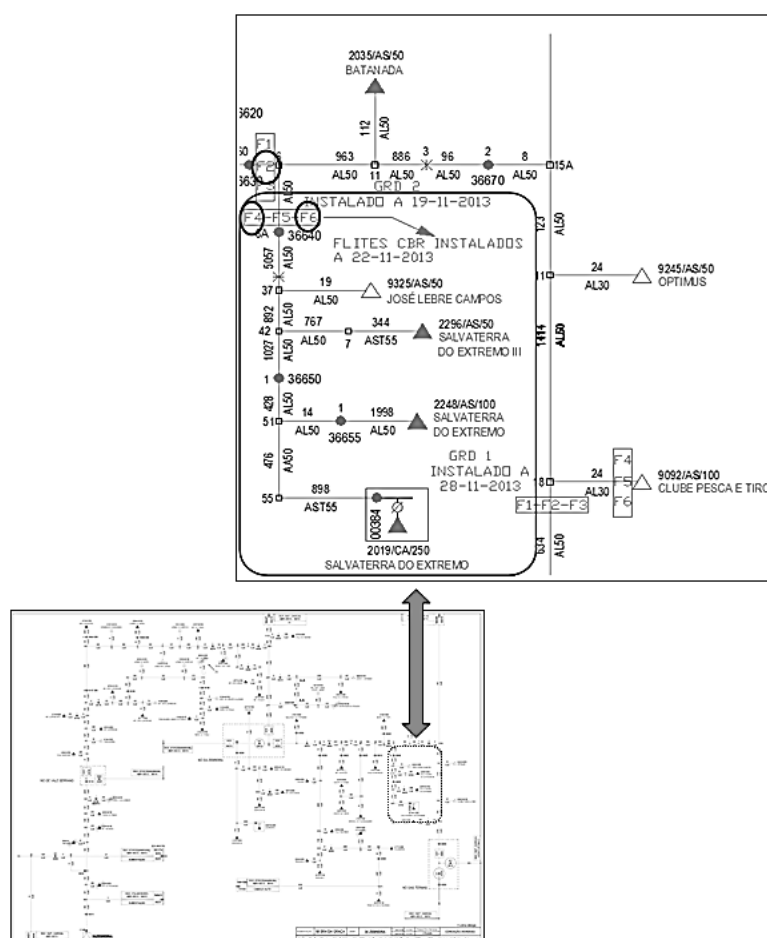


Figura 5.10 – Localização provável da origem dos defeitos em 2014 e zona D da oscilografia.



Os defeitos indicados na Tabela 5.9 em 2014, deram-se na zona identificada com a letra D nas oscilografias (Figura 5.10). Pelo levantamento feito, conclui-se que a região tem também um predomínio de armações em galhardete e, desta maneira, justificam-se os defeitos detetados pelos Flites F4 e F6 do grupo 2 (Tabela 5.10).

Tabela 5.10 – Armações presentes na região assinalada nas oscilografias com a letra D.

<b>Apoio</b>	<b>Total (%)</b>	<b>Armação</b>	<b>Total</b>
<b>Galhardete</b>	71%	<b>GAL</b>	28
		<b>GAL1</b>	0
		<b>GAN</b>	10
		<b>GRF</b>	2
<b>Esteira horizontal</b>	14%	<b>HPT</b>	2
		<b>HRF</b>	4
		<b>HRFSC</b>	1
		<b>HSC</b>	1
<b>Triângulo</b>	14%	<b>TAL</b>	7
		<b>TAN</b>	1
		<b>TRF</b>	-
<b>Esteira vertical</b>	-	<b>VAN</b>	-
		<b>VAL</b>	-
		<b>VFL</b>	-
		<b>VRF</b>	-
<b>Pórtico</b>	-	<b>PRF</b>	-

### 5.3. Interrupções de longa duração

Apesar de nos últimos quatro anos o número de interrupções de longa duração na linha de SGZ ser reduzido (Tabela 5.11), optou-se também por as analisar pois poderiam estar ligadas às causas das interrupções CD. Geralmente, são mais fáceis de identificar comparativamente com as breves por terem origem em defeitos permanentes. Este tipo de defeito tem de ser identificado e, no caso da linha de Senhora da Graça-Zebreira, encontram-se resumidas as suas causas de 2011 a 2014 na Tabela 5.11.

Tabela 5.11 – Resumo de causas das interrupções de longa duração detetadas na linha de SGZ desde o ano 2011 até julho de 2014.

Causa	2011	2012	2013	2014	Total (%)
Aves	2	-	1	1	33%
Condições atmosféricas adversas	2	-	1	-	25%
Outras	1	1	3	-	42%
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>100</b>

Foi referido neste capítulo em 5.2.1. Ronda do local que as rondas ao local permitiram constatar a presença de uma grande variedade de avifauna. Para além das aves de pequena dimensão, foi possível identificar e observar no local espécies de grande tamanho e envergadura.

As aves com estas características são mais atreitas a causarem interrupções de duração superior a 3 minutos no fornecimento de energia elétrica devido à fraca agilidade de voo, podendo colidir com a linha, e devido à sua tendência natural para poisarem em postes altos, que lhes proporcionam um lugar privilegiado para caça e nidificação. Nestas atividades, podem sofrer eletrocussão, ao tocarem em pontos com diferentes potenciais da linha (Figura 5.11) ou sofrerem descargas elétricas a partir das partes eletrificadas da linha. Para além disso, os ramos usados para construção de ninhos em apoios de linhas poderão causar defeitos por contornamento e conduzir a interrupções longas, situação particularmente problemática no caso da cegonha branca.

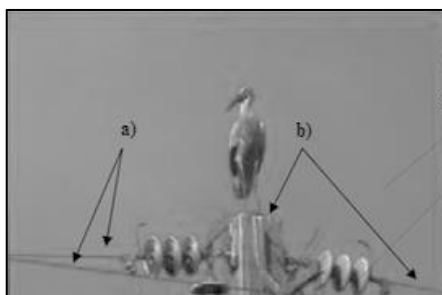


Figura 5.11 – Cegonha Branca num apoio tipo GAN, em risco de eletrocussão a) entre fases; b) entre fase e neutro no apoio (SPEA e QUERCUS A.N.C.N., 2005).

A Tabela 5.12 apresenta as épocas de permanência das principais aves de grande envergadura, cegonha-branca, grifo, águia imperial e abutre preto, a águia-imperial e o abutre-preto, avistadas na região alimentada pela linha de SGZ e interrupções de longa duração detetadas ao longo de 4 anos. O abutre-preto e águia imperial são mencionadas devido à sua raridade e risco de extinção, em parte pelo risco de eletrocussão.

Tabela 5.12 – Interrupções de longa duração, avifauna e época de permanência

		Aves								Interrupções de longa duração			
		Cegonha Branca			Grifo		Abutre Preto		Águia Imperial	Ano			
		Migratória	Residente	Nidificação	Residente	Nidificação	Migratória	Nidificação	Residente	2011	2012	2013	2014
Meses	Janeiro		x			x			x	-	-	1	-
	Fevereiro	x	x	x		x	x	x	x	-	-	-	-
	Março	x	x	x	x	x	x	x	x	2	-	1	-
	Abril	x	x	x	x	x	x		x	3	-	1	-
	Maior	x	x	x	x	x	x		x	1	-	-	1
	Junho		x			x			x	-	-	-	-
	Julho		x			x			x	-	-	1	-
	Agosto		x			x			x	-	-	-	
	Setembro		x						x	-	1	1	
	Outubro		x						x	-	-	-	
	Novembro		x						x	-	-	-	
	Dezembro		x			x			x	-	-	-	

As aves de grande envergadura são especialmente suscetíveis de causarem interrupções na altura de nidificação e de dispersão de aves juvenis, constando no Anexo D informação mais pormenorizada sobre elas (Birdlife International), (CERVAS, 2009b), (CERVAS, 2010), (Elias, 2013). Por essa razão, as interrupções deste tipo registam-se principalmente na estação primaveril, quando se encontram mais indivíduos destas espécies na região.

A região assinalada na Figura 5.12 tem prevista a instalação de dispositivos de proteção de avifauna, tendo sido identificada pela empresa por ter incidência de cegonhas.

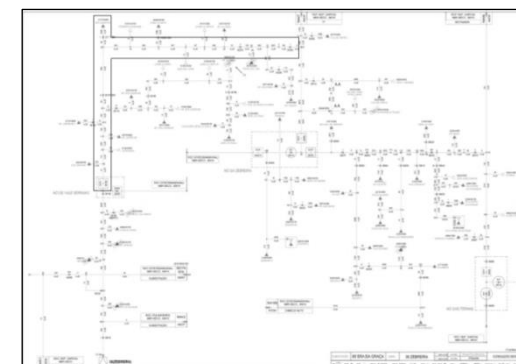
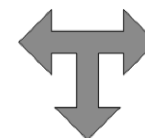
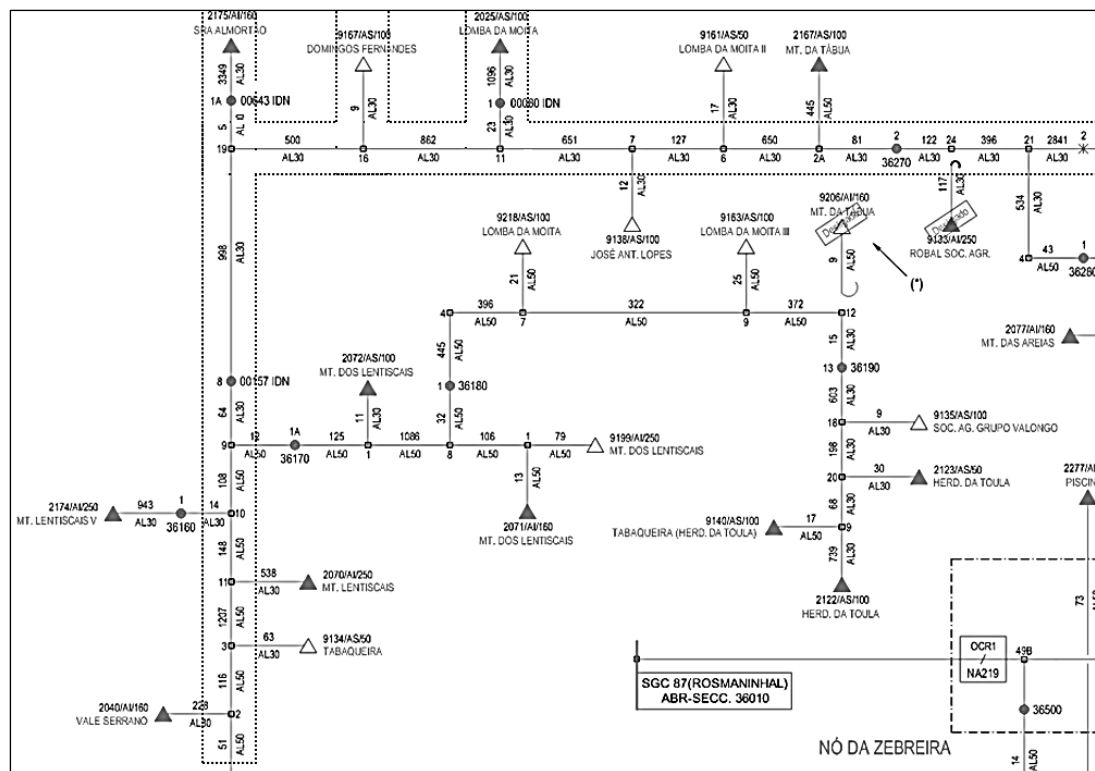


Figura 5.12 – Zona de maior incidência de cegonhas no canto superior esquerdo e zona proposta para colocação de dispositivos de proteção no canto inferior esquerdo.

## 5.4. Conclusão

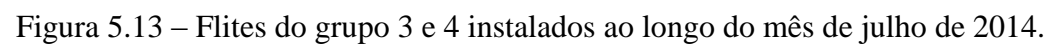
Foi realizado um estudo detalhado de interrupções de curta e longa duração ocorridas na linha SGZ, ao longo dos últimos quatro anos, e conclui-se que existia sazonalidade nas mesmas: época invernal com especial incidência de interrupções CD contando com a influência de pequenas aves, e época primaveril para interrupções longas, estando envolvidas principalmente, aves de grande porte.

Face ao elevado número de interrupções breves que ocorrem anualmente nesta linha MT, assim como ao seu elevado comprimento, realizaram-se várias rondas ao local, oscilografias e instalaram-se indicadores de passagem de defeito, de forma a tentar restringir as áreas de origem de defeitos.

Os indicadores de passagem de defeito instalados, monofásicos, fabricados pela Schneider Electric, com o nome de Flites, detetam o campo magnético e elétrico associados à fase da linha onde foram colocados. Se a variação destes campos atingir um determinado valor, os Flites assinalam a passagem de um curto-circuito no ramal em que foram colocados. De seguida, transmitem por sinais rádio esta informação a uma unidade, G200, e este módulo envia a informação para uma unidade remota. Pela informação recolhida através dos indicadores situados em locais estratégicos, consegue-se restringir a área de origem de defeito e, deste modo, atuar nas causas de falha da linha. A decisão do local onde são colocados deve provir de várias fontes, como de oscilografias, de inspeções ao local e análise de esquemas unifilares de linha, maximizando os seus benefícios.

Os Flites colocados na linha não se mostraram tão eficazes como seria de esperar, já que surgiram diversas interrupções que não foram por eles assinaladas. Por essa razão, seria necessário serem colocados mais, de maneira a se restringir devidamente as áreas de defeito. Segundo contacto efetuado, foram disponibilizadas mais 3 unidades G200 e mais 12 Flites que foram instalados ao longo do mês de julho no apoio 9 e novamente, no apoio 81 onde tinham sido inicialmente colocados (Figura 5.13). Foi sugerida a colocação dos Flites do grupo 3 da Figura 5.13, tendo sido colocados no final de julho.

As interrupções CD detetadas nesta linha surgem habitualmente, na zona a jusante do seccionador 36600, situado entre os locais onde foram colocados os primeiros dois grupos de Flites, à qual corresponde uma área de influência de pombos bravos e de estorninhos. Estas aves poisam em grandes bandos nos condutores da linha, que possui uma maioria de armações em galhardete, onde duas das suas fases estão no mesmo plano vertical, provocando a colisão das mesmas e originando curto-circuitos fase-fase quando levantam voo.



As interrupções de longa duração podem ter diversas origens. As principais registadas na linha aérea SGZ foram causadas por condições meteorológicas adversas e avifauna. Por várias razões as aves podem causar interrupções no fornecimento de energia, mas no caso das de longa duração, estão envolvidas principalmente, as de grande envergadura. Identificaram-se várias espécies na zona alimentada por esta linha, concluindo-se que as mais críticas do ponto de vista eléctrico seriam as cegonhas brancas. Estas possuem fraca agilidade de voo, uma grande envergadura e tamanho, e nidificam nos apoios das linhas aéreas, para além de serem comuns nesta região. Anualmente, nos meses de fevereiro a maio, altura de nidificação e dispersão de aves juvenis desta espécie, são assinaladas mais interrupções no fornecimento de energia com duração superior a 3 minutos.

## 6. VISITAS DE CAMPO

Ao longo do estágio realizado, foram proporcionadas várias visitas de campo que permitiram o acompanhamento de trabalhos realizados por colaboradores da EDP Distribuição. Segue-se uma breve descrição das visitas realizadas, nomeadamente a:

- Subestação (SE) Alegria 60/15kV;
- SE Alfarelos 60/15 kV;
- Avifauna e dispositivos de proteção;
- Linha de média tensão de Senhora da Graça-Zebreira.

Para além destas, foram também visitadas instalações da EDP Distribuição para identificar e compreender a função dos diversos equipamentos instalados em subestações e linhas de distribuição aéreas:

- SE Alegria 60/15 kV, para uma breve introdução sobre os ativos de uma subestação e explicação de funcionamento de alguns destes;
- Acompanhamento de mudança de isoladores numa linha AT por parte de equipa da empresa Helenos S.A.;
- Mudança de turbina em poste de linha AT.

### 6.1. Subestação Alegria 60/15 kV

Em dezembro de 2013, realizaram-se duas visitas à SE Alegria para se proceder ao acompanhamento trabalhos de manutenção preventiva de dois disjuntores MT (Figura 6.2) na SE Alegria, feitos por uma equipa da empresa EME2. Em ambos os trabalhos foram realizados:

- Consignação do espaço;
- Teste de ordens de sinalização, para certificação do bom funcionamento do telecomando;
- Limpeza geral e do comando mecânico;
- Medição da resistência de contacto e resistência de isolamento para verificar o estado dos contactos e do isolador;
- Lubrificação dos componentes;
- Ensaios, para verificar se os valores mínimos exigidos para abertura e fecho dos disjuntores eram correspondidos. Quando os valores não eram correspondidos, voltava-se a lubrificar;



- Manobras de desconsignação.

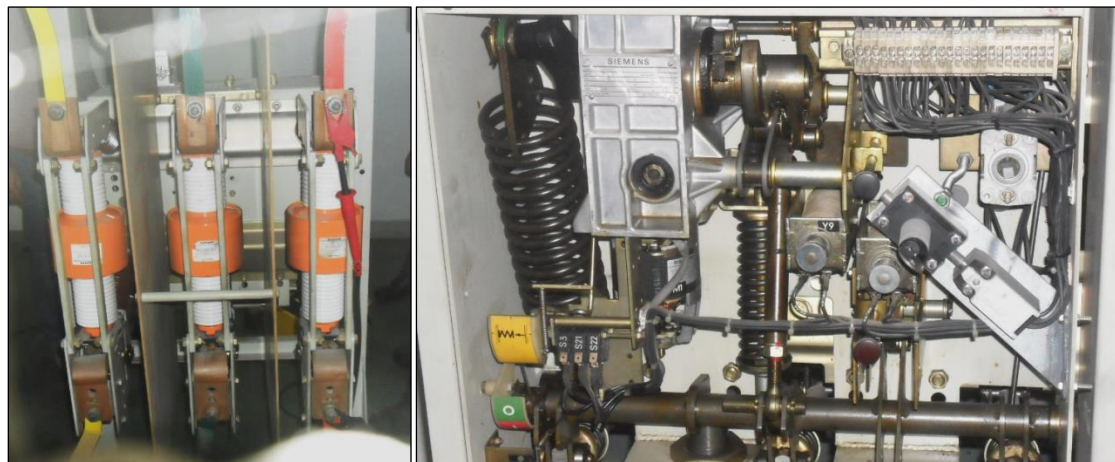


Figura 6.1 – Disjuntor SIEMENS e comando mecânico.

## 6.2. Subestação Alfarelos 60/15 kV

Em janeiro foi acompanhado um trabalho na SE Alfarelos 60/15 kV. A visita teve como principal objetivo entrar em contacto com outros ativos presentes numa subestação.

A ação principal realizada consistiu em retirar uma amostra de óleo isolante de um transformador (Figura 6.2) para análise, para que se pudesse planear a manutenção do transformador. Estiveram presentes colaboradores da Direção de Manutenção da EDP e das empresas EFACEC, EME2 e LABELEC.



Figura 6.2 – Transformador SIEMENS.

### 6.3. Avifauna e dispositivos de proteção

Em fevereiro realizou-se uma visita com o intuito de compreender *in loco* o modo de funcionamento de alguns dispositivos de proteção de avifauna instalados e de prevenção de toque entre fases, na região de Coimbra. Esta visita teve o apoio de colaboradores da Direção de Redes. Os dispositivos observados foram:

- Anéis de proteção (Figura 6.3), que evitam o contacto entre fases e permitem também a sinalização das fases da linha aérea onde estão instalados;

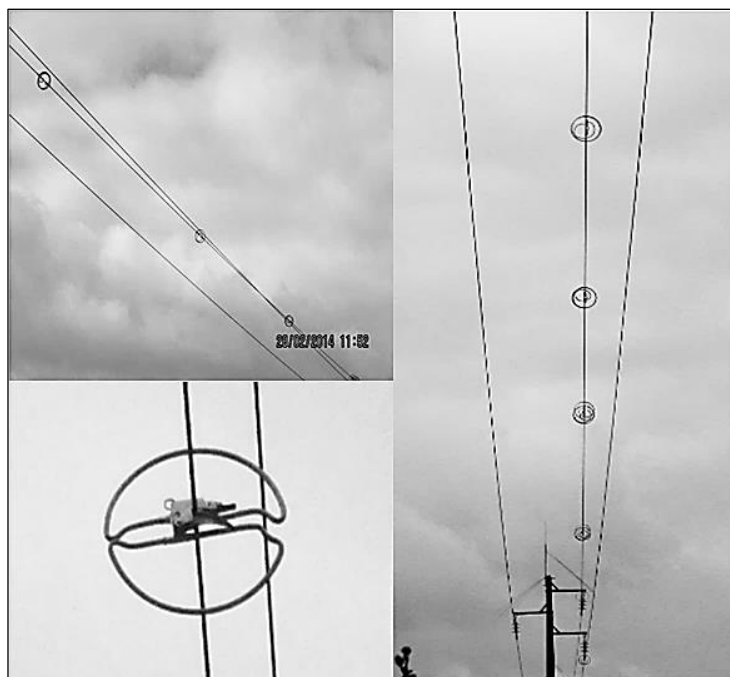


Figura 6.3 – Anéis de proteção.

- Espirais simples (Figura 6.4), utilizados principalmente para sinalização de troços de linhas aéreas;



Figura 6.4 – Espirais simples.

- Sistema emissor de som, instalado no âmbito do Projeto Stork (Figura 6.5), numa parceria entre a Universidade de Coimbra e a EDP Distribuição;



Figura 6.5 – Sistema emissor de som instalado no âmbito do Projeto STORK.

- Dispositivo dissuasor de nidificação (guarda-chuva) (Figura 6.6).



Figura 6.6 – Dispositivo em guarda-chuva.

Além da identificação dos dispositivos referidos, foram explicadas duas das maneiras possíveis de identificar se as causas de interrupções no fornecimento de energia são ou não, aves:

- Uma das maneiras possíveis é pela identificação de dejetos, conforme é possível constatar através da Figura 6.7, onde se veem vestígios da presença de estorninhos na base de um poste MT numa subestação (caroços de azeitona), numa zona onde existia um elevado número destas aves.



Figura 6.7 – Vestígios da presença de estorninhos.

- Sazonalidade do número de interrupções.

#### 6.4. Linha de média tensão de Senhora da Graça-Zebreira

Desde a altura de identificação do caso de estudo que tinha sido prevista uma visita à região alimentada pela linha MT de Senhora da Graça-Zebreira. Foi realizada no final do mês de Abril e teve como principais objetivos a identificação de outras possíveis causas de interrupções no fornecimento de energia para além das aves, do tipo de terreno da região, contato com tecnologias presentes na rede aérea de distribuição de energia e contato com colaboradores locais da empresa.

Visitou-se a Herdade da Toula, onde foi possível observar vários ninhos de cegonha em plataformas colocadas pela EDP junto a postes da linha SGZ (Figura 6.8) e junto a um PTC. No dia após a visita, registou-se uma interrupção de longa duração no fornecimento de energia, que teve como causa uma cegonha eletrocutada no poste onde está colocado este PTC. Verificou-se que, nesta região, quase todos os apoios têm dispositivos dissuasores de nidificação e foi referido que a zona com maior preponderância de cegonhas brancas abrange a região da Herdade da Toula (Figura 6.9).



Figura 6.8 – Ninhos de cegonha em plataformas colocadas pela EDP junto à linha de SGZ e dispositivo de dissuasor de nidificação colocado em apoio.

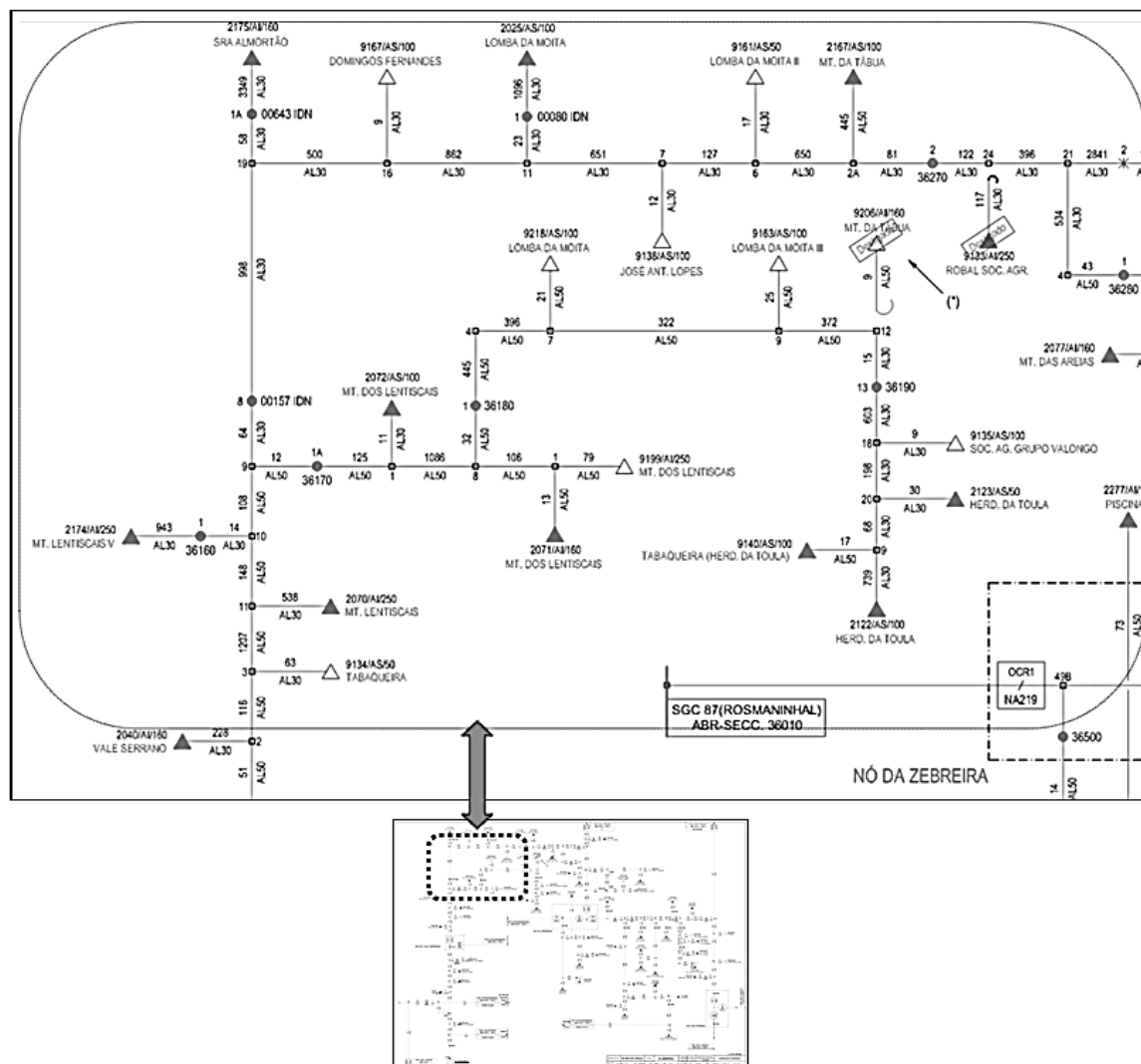


Figura 6.9 – Região com maior número de cegonhas assinalada no esquema unifilar da linha.

No percurso da visita, reparou-se nalguns ramos presentes em armações e isoladores (Figura 6.10), suscetíveis de causarem defeitos por contornamento e de causarem interrupções CD. Estes ramos podem ter sido transportados pelo vento ou deixados cair por cegonhas na tentativa de construírem os seus ninhos.



Figura 6.10 – Ramos transportados pelo vento ou deixados cair por cegonhas em postes da linha SGZ, suscetíveis de causarem defeitos por contornamento.

Além disso, observaram-se os Flites colocados na linha (Figura 6.11) e foi feita uma explicação do modo como se pode retirar informação detetada por estes indicadores, através da ligação do dispositivo G200 a um computador, que recolhe a informação obtida por eles.



Figura 6.11 – Flites colocados na linha SGZ. G200 colocado no apoio e com a ficha de ligação ao computador, para permitir a leitura dos dados recolhidos pelos Flites.

Viu-se ainda o comando mecânico de um OCR 1 e foi brevemente explicada a principal diferença entre este tipo e o do OCR tipo 2 e tipo 3. Segundo Ferreira (2013):

- O OCR 1 possui capacidade de ser telecomandado;
- O OCR tipo 2 pode ter automatismos para isolamento de defeitos e pode ser atuado remotamente;
- O OCR tipo 3, possui funções de proteção de deteção e isolamento de defeitos, que habitualmente apenas se encontram na subestação. Este tipo está a começar a ser instalado.

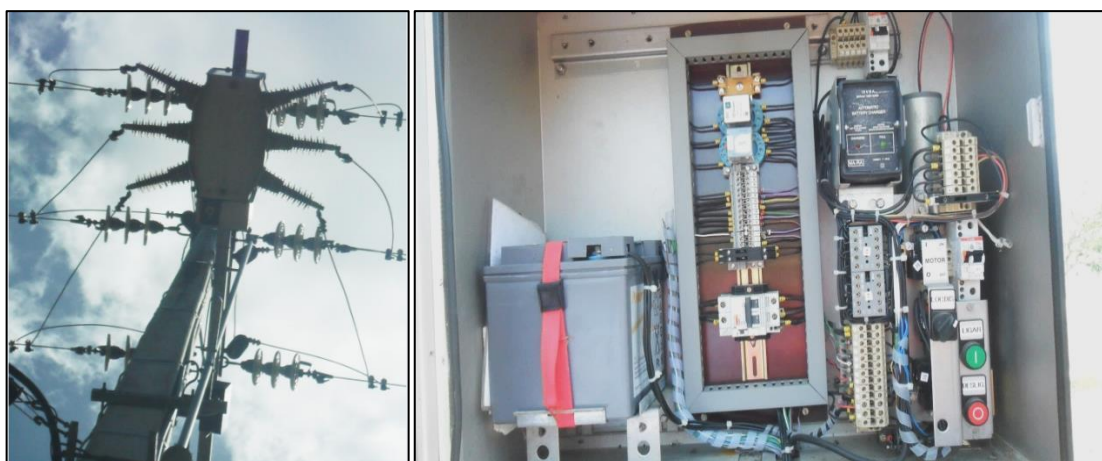


Figura 6.12 – OCR tipo 1 (vista inferior) e comando mecânico.

## 6.5. Conclusão

As visitas de campo, como recurso dotado de potencialidade explicativa na compressão e sedimentação de conhecimentos teóricos, foram uma ferramenta que se mostrou bastante útil ao longo do estágio realizado na EDP Distribuição. Foram realizadas várias, nomeadamente:

- SE Alegria 60/15kV;
- SE Alfarelos 60/15 kV;
- Avifauna e dispositivos de proteção;
- Linha de média tensão de Senhora da Graça-Zebreira;
- Subestação de Alegria 60/15 kV, para uma breve introdução sobre os ativos de uma subestação e explicação de funcionamento e descrições de alguns destes;
- Acompanhamento de mudança de isoladores numa linha AT por parte de equipa da Helenos;
- Mudança de turbina em poste de linha AT.

Neste relatório apresentaram-se descrições sumárias das visitas realizadas à SE Alegria 60/15kV, SE Alfarelos 60/15 kV, à realizada no âmbito da avifauna e de dispositivos de proteção e, também, à linha de média tensão de Senhora da Graça-Zebreira. Pretende-se dar particular destaque à visita realizada à linha de Senhora da Graça-Zebreira, por ser o principal enfoque do relatório. Nesta visita inspecionaram-se locais com forte presença de avifauna destacando-se a região da Herdade da Toula, onde foi possível observar vários ninhos de cegonhas e as suas aves juvenis junto a apoios elétricos. Dada a estação do ano em que esta foi realizada, não se observaram estorninhos nem pombos. Além da avifauna predominante, visualizaram-se alguns dispositivos de proteção de avifauna aplicados na linha, novos tipos de armações (GAL1 e GAN1) e ainda foi abordada a temática dos diferentes tipos de OCRs. Além disso, testaram-se os indicadores de passagem de defeito instalados nesta linha de média tensão, tendo sido explicado o modo de recolher a informação de defeito por eles detetados.

## 7. CONCLUSÃO

No decurso da procura de melhoria dos serviços prestados pela EDP Distribuição nomeadamente, da qualidade de serviço, e numa tentativa de se ajustar ao incremento de exigência pelos vários *stakeholders* envolvidos, foram desenvolvidas soluções para resolução de interrupções no fornecimento de energia registadas nas linhas de distribuição aéreas. Deste modo, a empresa tem participado em vários projetos na tentativa de inovar e de colmatar os problemas que foram sendo detetados.

A Direção de Manutenção, local onde foi realizado o estágio, tem como uma das atuais preocupações a qualidade de energia, na qual os acontecimentos nas redes aéreas poderão ter impacto direto negativo.

Através deste trabalho pretendeu-se salientar e explicar o modo como surgem as interrupções de curta duração no caso particular da linha MT de Senhora da Graça-Zebreira e o seu efeito na rede local na qualidade de energia. Além do mais:

- Caracterizam-se os tipos de apoios e armações e especificam-se os presentes em troços da linha, que estão relacionados com as interrupções registadas nesta linha;
- Apresenta-se a principal avifauna presente na região suscetível de interferir na distribuição de energia ou aquela que incorre em grande risco de extinção, podendo ser afetada por linhas aéreas;
- Possíveis modos desta afetar a rede aérea de distribuição de energia;
- Algumas soluções disponíveis para evitar o poiso e proteção de aves nos ativos das linhas aéreas e especificação das utilizadas neste caso de estudo;
- Programas nos quais a EDP foi participando ao longo dos tempos para proteção de aves;
- Apresentam-se e explicam-se os métodos específicos de deteção de local originário de defeito utilizado na linha em análise;
- Indicam-se os indicadores e padrões de continuidade de serviço para linhas de média tensão que poderão conduzir a penalizações pela ERSE para a empresa onde se realizou o estágio e expõem-se os valores destes para a linha de Senhora da Graça-Zebreira;
- Resumo de algumas visitas de campo realizadas no âmbito do estágio.

A qualidade de serviço pode ser definida por um conjunto de fatores, estando explicitados no Regulamento de Qualidade de Serviço os níveis de serviço para diversas matérias (ERSE, 2009). Neste trabalho, foi explorado o número e duração de interrupções de fornecimento da região centro duma linha considerada caso de estudo, a linha de Senhora da Graça-Zebreira.



A Norma Portuguesa 50160:2010 classifica as interrupções de acordo com a sua duração: interrupções breves, cuja duração é inferior a 3 minutos, sendo causadas por defeitos fugitivos; e interrupções longas, superiores ou iguais a 3 minutos causadas por defeitos permanentes. As interrupções longas são as que mais contribuem para a diminuição da qualidade de serviço, estando já há algum tempo sob a égide reguladora da ERSE. Contudo, em breve passarão a ser padronizadas as interrupções de curta duração a partir de um indicador de qualidade de serviço, o MAIFI (*Momentary Average Interruption Frequency Index*). Por estas razões, torna-se premente descobrir quais as linhas com maior número de interrupções de forma a encontrar novas soluções que resolvam eficazmente este tipo de situações na rede de distribuição.

Assim, estudou-se o impacto das interrupções detetadas na linha do caso de estudo através de indicadores de qualidade de serviço publicados no Regulamento de Qualidade de Serviço, MAIFI, SAIDI, SAIFI, TIEPI, sendo os três últimos aplicáveis às interrupções de longa duração e o MAIFI válido para interrupções de curta duração. Há padrões estabelecidos para os indicadores SAIDI e SAIFI, respeitando-se ambos nesta situação.

A linha de Senhora da Graça-Zebreira é alvo de interrupções no fornecimento de energia elétrica ao longo do ano, tendo origens distintas ao longo do ano. Para a deteção da origem da sua localização utilizaram-se várias metodologias, nomeadamente:

- Rondas ao terreno, realizadas ao longo dos anos;
- Oscilografias;
- Instalação de indicadores de passagem de defeito;
- Cruzamento de dados provenientes destas fontes.

Os indicadores de passagem de defeito utilizados pela EDP Distribuição designam-se por Flites, que fazem a deteção de defeito através de sensores de campo magnético e elétrico. O modelo instalado na linha do caso de estudo é comunicante, isto é, envia uma mensagem para um dispositivo remoto com a indicação de deteção de defeito. Esta sua característica permite facilitar a restrição da área a inspecionar, correspondendo a uma particularidade muito vantajosa em situações de linhas aéreas de grande comprimento, sendo este o caso.

Contudo, os Flites instalados não se mostraram tão eficazes como inicialmente se esperava, pois surgiram diversas interrupções que não foram por eles assinaladas. Por esta razão, seria necessário colocarem-se mais unidades ao longo da linha de maneira a abarcar o maior número possível de ramais de linha para restrição das áreas originárias de defeito. Em finais de julho foram colocados mais, contudo a altura de colocação não é coincidente com a das interrupções de curta duração.

Através de cruzamento de dados, concluiu-se que a principal causa de interrupções na linha de Senhora da Graça-Zebreira seria a avifauna da região por ela alimentada, variando esta consoante a estação.

As principais aves identificadas causadoras das interrupções de curta duração neste caso de estudo são os estorninhos, preto e comum, e os pombos, bravo e torcaz. Estas espécies são especialmente problemáticas do ponto de vista elétrico quando formam grandes bandos, entre outubro e finais de fevereiro. Os bandos de estorninhos que podem atingir centenas de indivíduos, poisam nos condutores da linha provocando o seu sobrealongamento e oscilação ao levantar voo. Os pombos, que também voam em grandes agregados, podem provocar interrupções pela mesma maneira, constituindo um fator negativo para a qualidade de serviço. A linha de Senhora da Graça-Zebreira, no concelho de Idanha-a-Nova, alimenta uma área geográfica que inclui terrenos com povoamento agrícola e florestal nomeadamente, eucaliptal, benéficos para a sua proliferação.

Além disso, concluiu-se que os troços da linha onde existe uma maioria de armações do tipo galhardete, onde duas das suas três fases estão no mesmo plano vertical, têm hipóteses superiores de propiciarem interrupções.

Foram colocados diversos dispositivos ao longo da linha e alteradas algumas armações nomeadamente, armações em galhardete, para as suas equivalentes com o braço inferior mais alongado, de modo a evitar a colisão das suas fases e, assim, prevenir o surgimento de interrupções de curta duração. A alteração do comprimento do braço inferior mostrou ser a mais eficiente das soluções aplicadas na linha, traduzindo-se numa redução de 47% no número de interrupções CD no período invernal de 2013/2014 relativamente ao homólogo de 2012/2013. Porém, sugere-se que se continue a analisar por mais algum tempo a eficiência deste método para ter completa certeza.

Apesar das interrupções de longa duração na linha em estudo terem uma ocorrência diminuta, também se estudou a sua origem. Ao longo de 4 anos foram detetadas 12 interrupções sendo as aves responsáveis por 33% do seu total, 25% causadas por condições atmosféricas adversas e as restantes 42% com origens distintas. A cegonha branca foi identificada como sendo principal espécie causadora deste tipo de interrupções devido à sua envergadura, tamanho e fraca agilidade de voo. Causa ainda alterações na rede elétrica aérea através de pequenos ramos de árvores que deixa cair em apoios, numa tentativa de construir o seu ninho ou pelos dejetos, provocando defeitos por contornamento.

Espera-se que os resultados obtidos e os levantamentos realizados possam ser extrapolados para outras situações principalmente, onde exista um elevado índice de interrupções provocadas pela presença de avifauna, conduzindo à colmatação desta situação. Sugere-se que a resolução desta questão seja feita através de alteração de armações em locais com elevada densidade de avifauna de pequeno porte que voe em grandes bandos, uma vez que demonstrou ser bastante eficiente, colocação de dispositivos

preventivos de toque entre fases, dispositivos que protejam os ativos e, ao mesmo tempo, as aves. Este relatório também tem como objetivo demonstrar a interação entre linhas aéreas e aves, o modo como influencia a qualidade de energia e como a sua interação poderá ser colmatada conduzindo a uma melhoria da qualidade de energia e consequentemente, dos serviços prestados pela empresa.

Ao longo da elaboração do caso de estudo foram analisados trabalhos realizados por outros autores. Propõe-se a leitura da tese escrita por Neves (2010) visto que, possui informações sobre a interação das populações de aves selvagens de Portugal com a rede de distribuição de energia elétrica, no âmbito de armações que se podem traduzir num elevado risco para as aves. Sugere-se também a consulta do relatório elaborado pela SPEA e Quercus A.N.C.N. (2005) sobre o estudo do impacto das linhas elétricas de média e alta tensão na avifauna em Portugal, que também identifica as tipologias mais impactantes na eletrocussão e os locais com maior mortalidade em território nacional. Outros autores, também referidos ao longo do trabalho, Haas (2005) e Ferrer (2012), realizaram estudos aprofundados nestes campos, pelo que também se recomenda a sua consulta.

Fez-se a proposta de colocação de Flites, correspondentes ao grupo 3, mencionados na Figura 5.13 do capítulo 5, tendo sido implementada em finais de julho de 2014. Propõe-se a continuação de cuidadosas rondas nesta linha, assim como de outras linhas que partam da subestação de Senhora da Graça, também elas alvo de várias interrupções de curta duração. Esperam-se mais interrupções deste tipo e de longa duração nestas linhas de distribuição de energia devido à avifauna presente na região. Mas, com um cuidadoso planeamento, instalação dos dispositivos adequados e possível alteração de armações em troços estratégicos, pensa-se que se poderá diminuir o efeito causado pelas aves na qualidade de serviço.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, C., *et al.* (2012). Plano de Desenvolvimento Integrado. Idanha-a-Nova: Município de Idanha-a-Nova.
- Assis, R. (2004). Apoio à decisão em gestão da manutenção – fiabilidade e manutenibilidade. Coimbra, Lisboa, Porto: LIDEL.
- Avian Power Line Interaction Committee (2012). *Reducing Avian Collisions with Power Lines*. Washington, D.C.: Edison Electric Institute.
- BBC (2014). *Stock dove*. Obtido em 5 de maio de 2014, de Nature Wildlife: [http://www.bbc.co.uk/nature/life/Stock\\_Pigeon#intro](http://www.bbc.co.uk/nature/life/Stock_Pigeon#intro).
- Bernardo, J. (2011). *A EDP Distribuição e a Avifauna*. Seminário-Linhas eléctricas, iluminação e avifauna. Machico, Madeira.
- Birdlife International (s.d.). *Griffon Vulture-Gyps fulvus*. Obtido em maio 6, 2014, de Birdlife International: <http://www.birdlife.org/datazone/speciesfactsheet.php?id=3378>.
- CERVAS (2009a). *Espécie do mês de Agosto: Cegonha-branca*. Obtido em 5 de maio de 2014, de CERVAS: <http://cervas-aldeia.blogspot.pt/2009/08/especie-do-mes-de-agosto-cegonha-branca.html>.
- CERVAS (2009b). *Espécie do mês de Setembro: Grifo*. Obtido em maio 5, 2014, de CERVAS: <http://cervas-aldeia.blogspot.pt/2009/09/especie-do-mes-de-setembro-grifo.html>.
- CERVAS (2010). *Espécie do mês de Junho: Abutre-preto*. Obtido em 6 de maio de 2014, de CERVAS: <http://cervas-aldeia.blogspot.pt/2010/06/especie-do-mes-de-junho-abutre-preto.html>.
- CERVAS (2012). *Espécie do mês de Setembro: Estorninho-preto*. Obtido em 18 de fevereiro de 2014, de CERVAS: <http://cervas-aldeia.blogspot.pt/2012/09/especie-do-mes-de-setembro-estorninho.html>.
- Direcção Geral de Energia (1986). *Recomendações para as linhas aéreas de alta tensão, até 30 kV (MT)*. Lisboa: DGE.
- Diretiva n.º 1/1992 de 18 de Fevereiro de 1992. Diário da República N.º 41/1992, 1.ª série.
- Diretiva n.º 20/2013 de 22 de novembro de 2013. Diário da República N.º 227/2013, 2.ª série.

EDP Distribuição (2009a). *Linhas Elétricas e a Avifauna*. Obtido em 29 de julho de 2014, de EDP Distribuição:

<http://www.edpdistribuicao.pt/pt/ambiente/desempenhoambiental/Pages/linhaseletrica-seavifauna.aspx>.

EDP Distribuição (2009b). *Plano de Promoção do Desempenho Ambiental*. Obtido em 6 de agosto de 2014, de EDP Distribuição:

<http://www.edpdistribuicao.pt/pt/ambiente/desempenhoambiental/Pages/planopromocao-desempenhoambiental.aspx>.

EDP Distribuição (2009c). *Protocolo Avifauna II-Correção e Integração de Linhas Elétricas. Relatório Técnico Final da integração de linhas*. Obtido em 19 de julho de 2014, de ICNF: <http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/gest-biodiv1/resource/doc/impact-linh-elet/protoc2-relat-correcao-de-linhas>.

EDP Distribuição (s.d.) *Guia de utilização de novas armações para linhas aéreas de média tensão – a utilizar em zonas de presença de aves de pequeno porte. Armações HRFSC3 e HA-A2S, Armações GALI e GANI*. Indisponível para acesso público.

Elias, G. (2013). *Aves de Portugal*. Obtido em 5 de maio de 2014, de Aves de Portugal: <http://www.avesdeportugal.info/avesdeportugal-alfab.html>.

Ensto (s.d.). *Accessories for Medium Voltage Distribution Networks*. Obtido em 25 de julho de 2014, de Ensto: [http://www.ensto.com/download/22361\\_accessories\\_for\\_medium\\_voltage\\_distribution\\_networks\\_lr.pdf](http://www.ensto.com/download/22361_accessories_for_medium_voltage_distribution_networks_lr.pdf).

ERSE (2009). *Qualidade de serviço: o que é?* Obtido em 30 de setembro de 2014, de Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE): <http://www.erse.pt/consumidor/electricidade/querosabermas/qualidadedeservicooque/Paginas/default.aspx>.

ERSE (2013a). *Manual de Procedimentos da Qualidade de Serviço do Setor Elétrico*. Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos.

ERSE (2013b). *Regulamento da Qualidade de Serviço do Setor Elétrico*. Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos.

ERSE (s.d.). *Qualidade de Serviço*. Obtido em 15 de outubro de 2014, de Entidade Reguladora de Energia: <http://www.erse.pt/pt/electricidade/qualidadedeservico/Paginas/default.aspx>.

ERSE (s.d.). *Qualidade de serviço de natureza técnica no sector eléctrico*. Obtido em 29 de maio de 2014, de Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos: <http://www.erse.pt/eng/electricity/servicequality/Documents/SE-QS-QST-EN-VF.pdf>.

- Farinha, J. M. T. (2011). *Manutenção – A terologia e as novas ferramentas de gestão*. Lousã: Monitor.
- Ferreira, J. F. (2013). *Os Órgãos de Corte de Rede de 3ª Geração nas Redes de Distribuição de Média Tensão. Dissertação realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Major Energia*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Ferrer, M. (2012). *Birds and power lines-from conflict to solution*. Sevilla: ENDESA S.A. and Fundación MIGRES.
- Galvão, C. B. S: (2010). *Dissertação realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores Major Energia. Redes eléctricas de média e baixa tensão-Aspectos de projecto, licenciamento e exploração em contexto operacional*. Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Haas, D. *et al.* (2005). *Protecting birds from powerlines*. Convention on the Conservation of European Wildlife and Habitats (Bern Convention). Strasbourg: Council of Europe Publishing.
- Hartman & Braun, ABB (2007). *ETE-300, Unidade de Processamento Digital. Ficha técnica-N00388*. Obtido em 23 de setembro de 2014, de ABB: [http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/83626c2d08c4fbdb83257d4d004ab726/\\$file/ETE300.PDF](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/83626c2d08c4fbdb83257d4d004ab726/$file/ETE300.PDF).
- MRJS, M. Rocha & J. Serra Metalúrgica, Lda., (s.d.). *M. Rocha & J. Serra Metalúrgica Lda – Catálogo completo*. Obtido de M. Rocha & J. Serra Metalúrgica Lda: [http://www.mrjs.pt/downloads/catalogo\\_completo.pdf](http://www.mrjs.pt/downloads/catalogo_completo.pdf).
- Medora, N., Kusko, A. (2011). *Utility Guy Wires-A Potential Electrical Hazard*. 2011 IEEE Symposium on Product Compliance Engineering (PSES), San Diego, CA, 10-12 Oct. 2011.
- Megawatt Engineering Ltd. (2012). *Bird protection on Medium Voltage-Overhead Network Poles*. Obtido em 25 de julho de 2014, de Bird Protection: <http://sakerlife2.mme.hu/sites/default/files/Bird%20protection%20on%20medium%20voltage%20transmission%20system%20in%20Hungary%20-%20Megawatt.pdf>.
- Neves, J. P. (2010). *Impacto da Rede de Distribuição Eléctrica nas Aves Selvagens em Portugal*. Universidade de Aveiro, Departamento de Biologia.
- Norma Portuguesa 50160:2010, Características da tensão fornecida pelas redes de distribuição pública de energia eléctrica. Lisboa: Instituto Português da Qualidade.
- Norma Portuguesa 13306, Terminologia de manutenção. Lisboa: Instituto Português da Qualidade.

- Schneider Electric (2011). *MV Network Management: Easergy Range Flite 116-SA-Communicating fault passage indicator for overhead networks*. Obtido em 21 de março de 2014, de Schneider Electric: <http://mt.schneider-electric.be/Main/Easergy/catalogue/enmed305015uk.pdf>.
- Schneider Electric (s.d.). *Easergy range – Flite 11x-SA-Fault Passage Indicators for MV overhead lines*. Obtido em 20 de março de 2014, de Schneider Electric: [http://mt.schneider-electric.be/Main/Easergy/instructions/NT00034FR\\_UK.pdf](http://mt.schneider-electric.be/Main/Easergy/instructions/NT00034FR_UK.pdf).
- Schneider Electric (s.d.). *Wireless Communicating indicator-Flite 116-G200-DNP3 user's manual*. Obtido em 20 de março de 2014, de Schneider Electric: [http://www.engineering.schneider-electric.se/Attachments/ed/use\\_main/Flite\\_116\\_G200\\_user\\_manual.pdf](http://www.engineering.schneider-electric.se/Attachments/ed/use_main/Flite_116_G200_user_manual.pdf).
- Sicame Group (s.d.). *Product Catalog-Fault Passage Indicators to locate short circuit and earth faults*. Obtido em 23 de abril de 2014, de Nortroll: [http://www.elexim.net/public/pdf/Nortroll\\_LINETROLL\\_ENG.pdf](http://www.elexim.net/public/pdf/Nortroll_LINETROLL_ENG.pdf).
- SPEA e QUERCUS A.N.C.N. (2005). *Estudo sobre o Impacto das Linhas Eléctricas de Média e Alta Tensão na Avifauna em Portugal*.
- Sweeting, D. (2011). *Arcing Faults in Electrical Equipment*. IEEE Transactions on industry applications, vol. 47, no. 1.

## **ANEXOS**



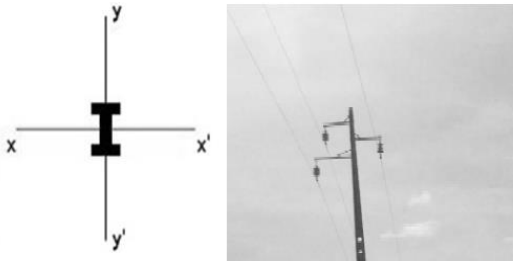
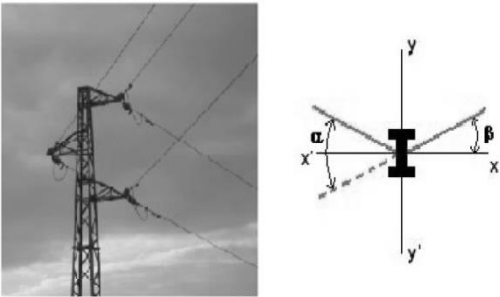
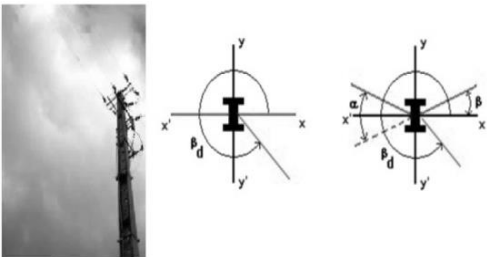
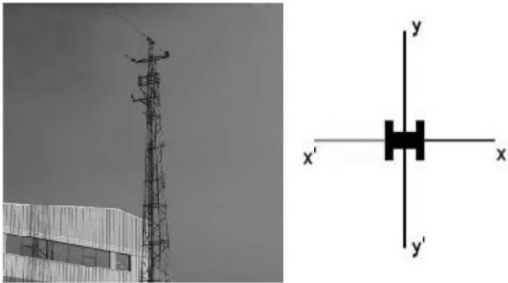
## **ANEXO A**

**Esquema unifilar da linha** (está em pdf)

## ANEXO B

### Tipos de apoios

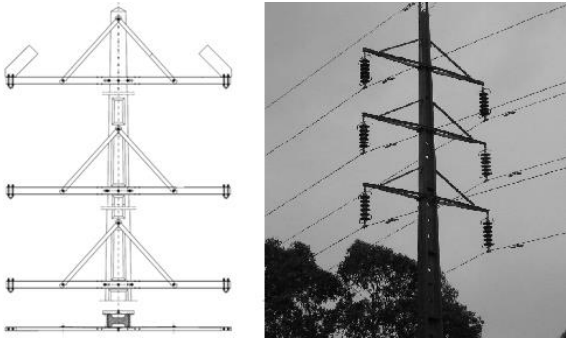
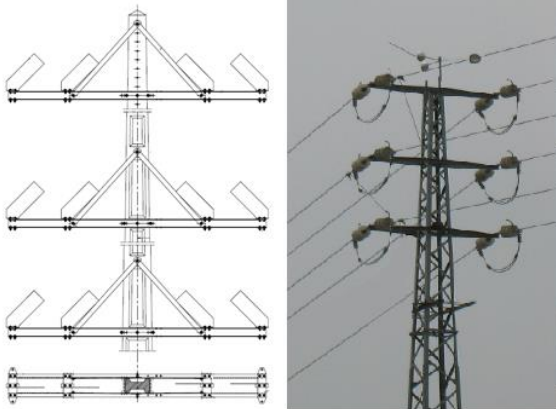
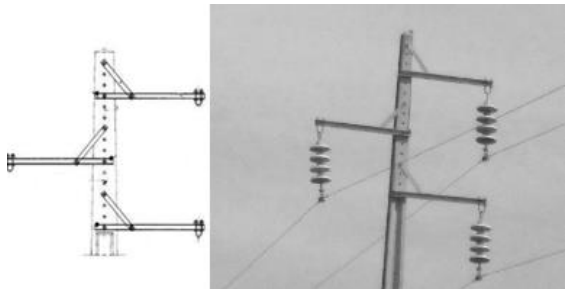
Tabela B.1 – Tipos de apoios.

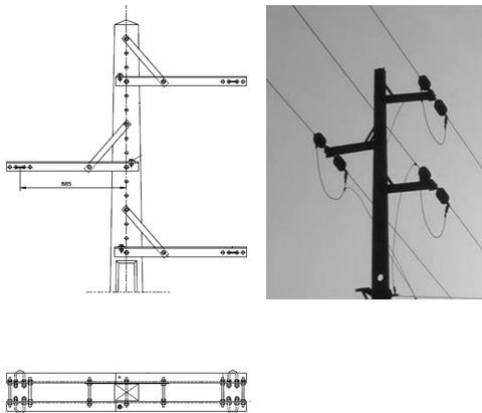

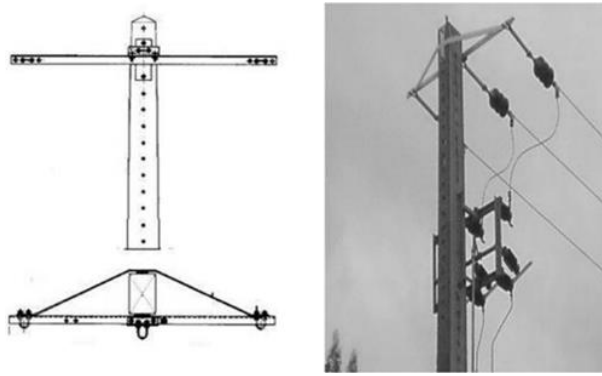
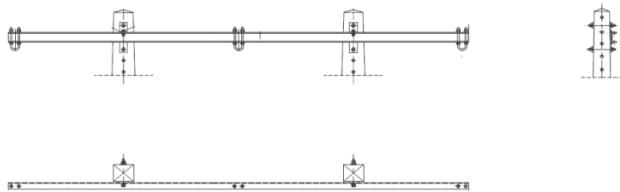
Nome	Figura
Apoio para alinhamento	
Apoio para ângulo	
Apoio em derivação	
Apoio fim de linha/alinhamento/ângulo/amarração	

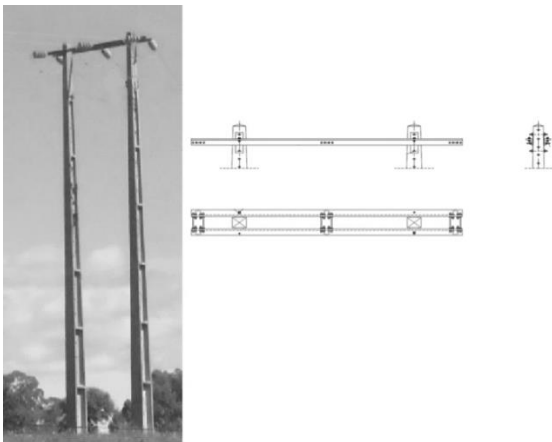
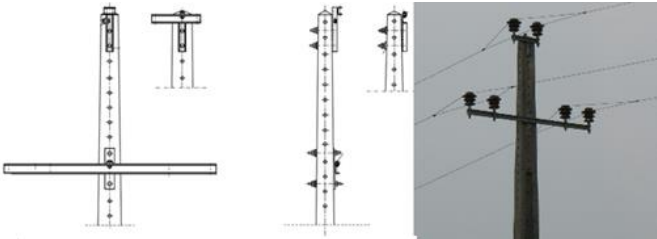
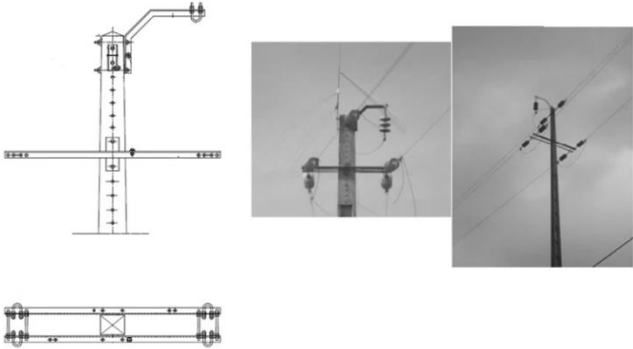
## ANEXO C

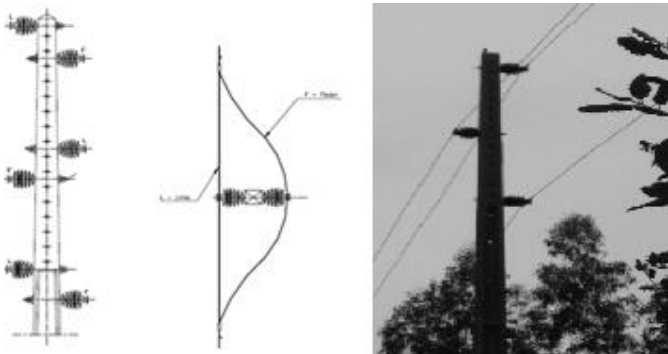
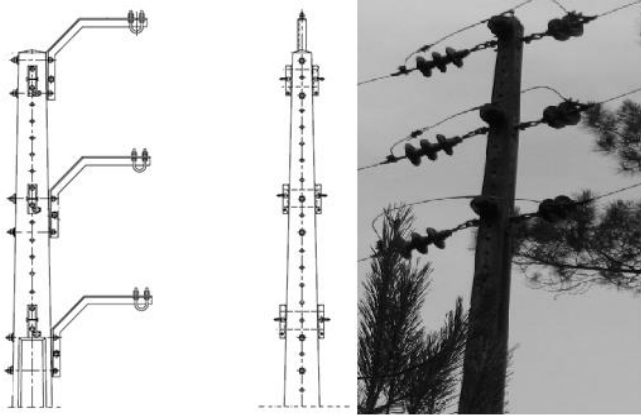
### Armações tradicionais utilizadas pela EDP Distribuição

Tabela C.1 – Armações tradicionais presentes na rede de distribuição de energia da EDP Distribuição.

Nome	Sigla	Figura
Esteira vertical dupla para poste de alinhamento	EVDAL	
Esteira vertical dupla para poste de ângulo	EVDAN	
Galhardete para alinhamento	GAL	

Nome	Sigla	Figura
Galhardete para ângulo	GAN	
Esteira Horizontal	HRFSC	
Esteira para Posto de Transformação	HPT	
Pórtico para alinhamento	PAL	

Nome	Sigla	Figura
Pórtico para ângulo	PAN	
Triângulo para alinhamento	TAL	
Triângulo para ângulo	TAN	

Nome	Sigla	Figura
Vertical para alinhamento	VAL	
Vertical para ângulo	VAN	

## ANEXO D

### Algumas aves de grande envergadura da região

#### 1. Grifo

O grifo, cujo nome científico é *Gyps fulvus*, normalmente voa em bandos de dezenas de outros animais desta espécie nas alturas de maior calor. Tem uma grande dimensão, plumagem castanha clara, pescoço claro e asas reviradas para cima. Por vezes o abutre-preto associasse-lhe.

É uma ave residente no interior do país, que nidifica principalmente no nordeste transmontano, entre dezembro e agosto. Procura locais onde existam cursos de água e campos desarborizados de aproveitamento pecuário extensivo. Alimenta-se principalmente de cadáveres de animais, nomeadamente, mamíferos de porte médio e grande. Dorme em pequenas comunidades e, por vezes, escolhe árvores para o fazer. Na região da Beira Interior, é possível ver-se no Tejo Internacional, Segura e Portas de Ródão.



Figura D.1 – Os ingressos feitos pelo CERVAS de *Gyps fulvus* estão assinalados neste mapa, estando distribuídos por freguesias. Este registo corresponde aos que foram realizados entre 2006 e 2009.

## 2. Águia-imperial

A águia imperial, com o nome científico de *Aquila adalberti*, é também conhecida por águia-imperial-ibérica. Tem os ombros e nuca branca, cauda pálida e asas mais rectangulares. Estas características permitem-na distinguir de outras aves de rapina. É a ave de rapina mais ameaçada da Europa e é, por isso, bastante rara em Portugal. É residente no nosso país mas os juvenis são vistos principalmente entre outubro e fevereiro. Pode ser confundida com a águia juvenil de Bonelli devido à sua dimensão. Os adultos podem ser confundidos com a águia-real. Segundo o mesmo autor, o melhor local para a sua observação na Beira Interior é a região do Tejo Internacional.

## 3. Abutre-preto

É uma ave rara em Portugal que tem o nome científico de *Aegypius monachus* voando a grandes altitudes. É das maiores aves portuguesas com quase 3 metros de envergadura, sendo um pouco maior que o grifo. Distingue-se deste último pelo seu tamanho, plumagem muito escura e pelas asas recurvadas para baixo. Os indivíduos desta espécie que se vêem em Portugal vêm habitualmente de Espanha para cá se alimentarem nas regiões da Beira (Tejo Internacional) e Alentejo, associando-se por vezes, a grifos ou voando isoladamente ou com mais um desta espécie.

Nidificam normalmente em árvores em pequenos agrupamentos ou isoladamente, em regiões montanhosas, florestas de terras baixas com colinas ou afloramentos rochosos. Alimentam-se de carcaças de animais. A postura é feita entre fevereiro e março de apenas um ovo. Assim como as cegonhas-brancas, são uma espécie monogâmica.



## ANEXO E

## Configuração de Flites na linha MT Senhora da Graça-Zebreira

```

Easergy Configuration and Diagnostic HELP-EXIT
Easergy G200 Modbus GPRS
PROM v2.00

EQUIPMENT NAME: G200GDR2

FLITE SETUP :
  Flite Identification           Flite Communication Parameters
  Parameters Flite 1 to 6      Parameters Flite 7 to 9

MODBUS Address: 255
  Alarm and Storage Parameters  Relay Parameters

COMMUNICATION SETUP :
  Modem Slot 1 : GPRS           Modem Slot 2 : Short Range Radio
  GPRS Parameters
  Modbus TCP/IP parameters

SAVE CONFIGURATION :      OK      Export
                        Cancel    Import

DIAGNOSIS
  Display events           Erase events           Setup Time
  Display analog          Equipment states
  Flite counters          Modbus analyser          RADIO analyser

```

---

```

Easergy Configuration and Diagnostic HELP-EXIT
Parameters Flite 1 to 6

          Flite   Flite   Flite   Flite   Flite   Flite
          n°1     n°2     n°3     n°4     n°5     n°6

FAULT DETECTION
DI/DI level : 12 A      12 A      12 A      12 A      12 A      12 A
I max level  : 100 A     100 A     100 A     100 A     100 A     100 A
auto. Reset  : 30 s      30 s      30 s      30 s      30 s      30 s
Flash time   : 2 h       2 h       2 h       2 h       2 h       2 h
Inrush       : 3 s       3 s       3 s       3 s       3 s       3 s
Validation    : On       On       On       On       On       On
MV level(1)  : A         A         A         A         A         A

<1>: A = single circuit , B = multi-circuit

Escape=Exit

```

---

```

Easergy Configuration and Diagnostic HELP-EXIT
Flite Communication Parameters

Serial Number      Wink      RSSI Level      logical Address

012A008301F5E     WINK      RSSI            1
012A008301F46     WINK      RSSI            2
012A008302039     WINK      RSSI            3
012A008302168     WINK      RSSI            4
012A0083021A3     WINK      RSSI            5
012A008301F30     WINK      RSSI            6
FFFFFFFFFFFFFF     WINK      RSSI            0
FFFFFFFFFFFFFF     WINK      RSSI            0
FFFFFFFFFFFFFF     WINK      RSSI            0

                                Get Flite Current
                                Get Flite Info
Nota : an indicator is considered as missing if its logical address is 0.

Measuring period : 1 h

Escape=Exit

```




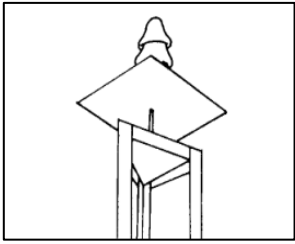

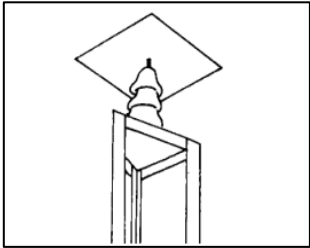

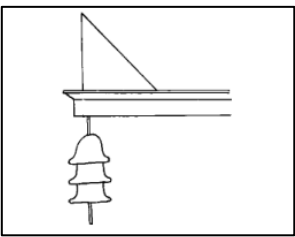
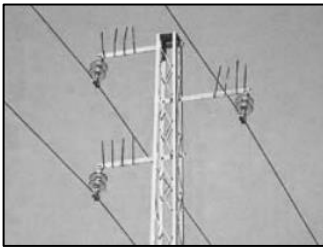
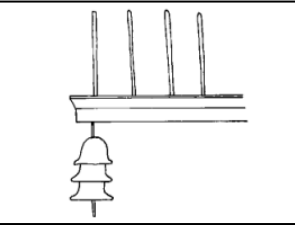

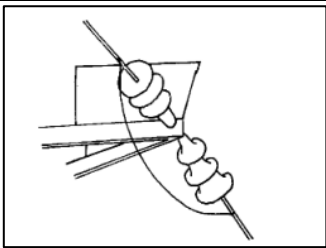
```
Display events
82 - 30/04/14 05:00:00.69 - Modem Reset
83 - 30/04/14 05:00:06.29 - Equipment start
84 - 30/04/14 05:00:06.34 - Modem Reset
85 - 30/04/14 05:00:51.02 - PDP Session Init
86 - 30/04/14 05:02:02.96 - Voltage Presence F12
87 - 30/04/14 05:04:03.33 - Voltage Presence F13
88 - 30/04/14 05:06:03.89 - Voltage Presence F14
89 - 30/04/14 05:08:03.26 - Voltage Presence F15
90 - 30/04/14 05:09:00.41 - Long Range Communication Failed
91 - 30/04/14 05:09:00.46 - Modem Reset
92 - 30/04/14 05:09:44.65 - PDP Session Init
93 - 30/04/14 05:10:03.31 - Voltage Presence F16
94 - 30/04/14 06:00:03.52 - Voltage Presence F11
95 - 30/04/14 11:40:47.72 - WINK OK
96 - 30/04/14 11:41:12.28 - WINK OK
97 - 30/04/14 11:41:34.71 - WINK OK
98 - 30/04/14 11:42:09.20 - WINK OK
99 - 30/04/14 11:42:20.13 - WINK OK
100 - 30/04/14 11:42:29.43 - WINK OK
End of the 100 events
ESCAPE=Exit
```


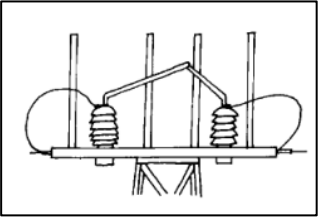

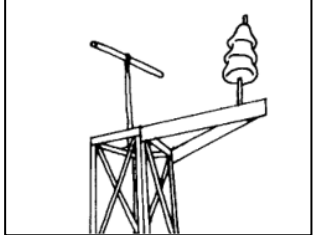
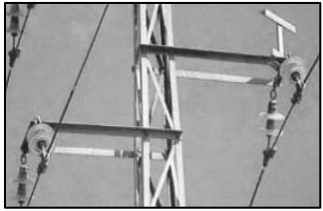
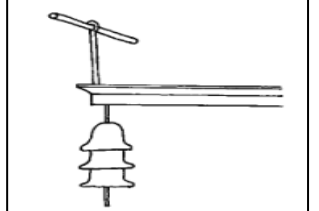

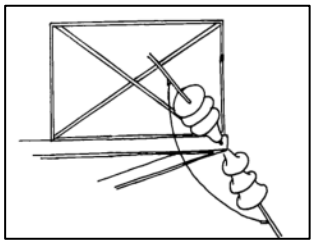
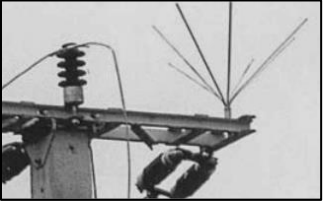
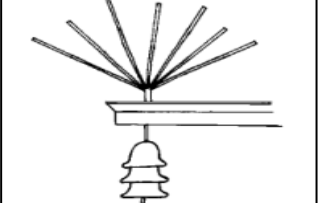
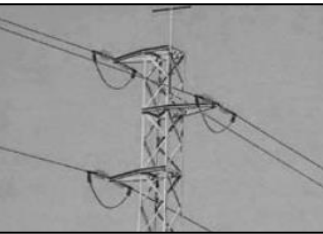
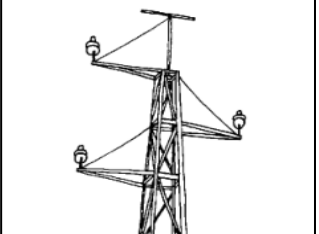

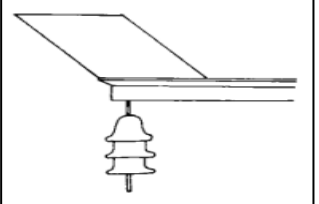
Figura E.1 – Configuração dos Flites instalados na linha de Senhora da Graça-Zebreira.

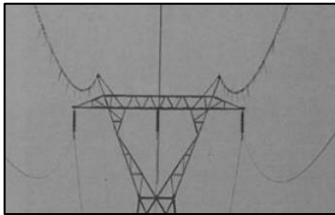
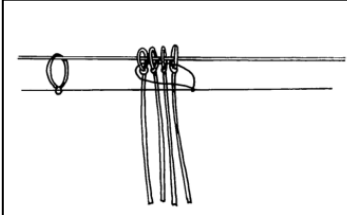

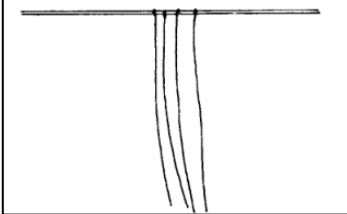
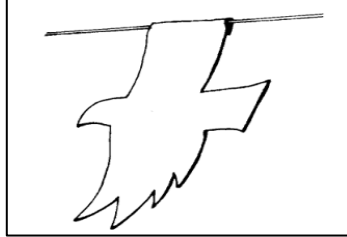
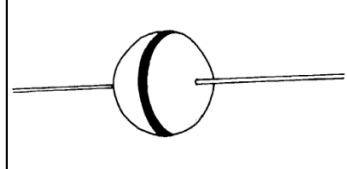

## ANEXO F

### Dispositivos de proteção de avifauna

Tabela F.1 – Dispositivos de proteção de avifauna.

Dispositivo	Descrição	Figura	Esquema
<b>Chapa instalada abaixo do isolador</b>	Colocado para isolamento parcial da armação, protegendo o apoio abaixo do isolador central, em armações em triângulo		
<b>Chapa acima do isolador</b>	Colocado para isolamento parcial da armação, protegendo a parte superior do isolador, em armações em triângulo		
<b>Anti-poiso (chapa de plástico)</b>	Utilizado como dissuasor de poiso, sendo colocado na extremidade da armação, acima de um isolador suspenso		
<b>Cavilhas em forma de pente na armação</b>	Utilizado como dissuasor, sendo colocadas quatro cavilhas na extremidade da armação, acima do isolador suspenso		
<b>Chapa de plástico vertical</b>	Colocados na extremidade da armação, acima dos arcos e abaixo da armação		

Dispositivo	Descrição	Figura	Esquema
<b>Cavilhas verticais brancas</b>	Oito cavilhas verticais colocadas no seccionador no topo do poste		
<b>Poleiro em forma de T no topo do apoio</b>	Colocado no topo do apoio, para prevenção de poiso de aves		
<b>Poleiro em forma de T na extremidade do apoio</b>	Colocado na extremidade da armação, para prevenção de poiso de aves		
<b>Poleiro retangular</b>	Colocado na extremidade da armação, como dispositivo dissuasor de poiso		
<b>Pente ou escova</b>	Colocado na extremidade da armação, como dispositivo dissuasor de poiso		
<b>Poleiro com reforço angular</b>	Colocado em armações em galhardete		
<b>Chapa angular</b>	Colocado para evitar poiso e nidificação de aves nos isoladores, formando um ângulo na extremidade da armação		

Dispositivo	Descrição	Figura	Esquema
<b>Fitas pretas suspensas</b>	Colocadas no fio condutor ou no cabo de terra		
<b>Fitas pretas nos condutores</b>	Colocadas no cabo de guarda ou no condutor		
<b>Silhueta luminescente de ave de plástico</b>	Colocada no fio de terra	---	
<b>Bola amarela com fio preto</b>	Colocado no fio terra	---	
<b>Três lâminas rotativas com painéis reflectores</b>	Colocado no cabo terra ou condutor		---

